

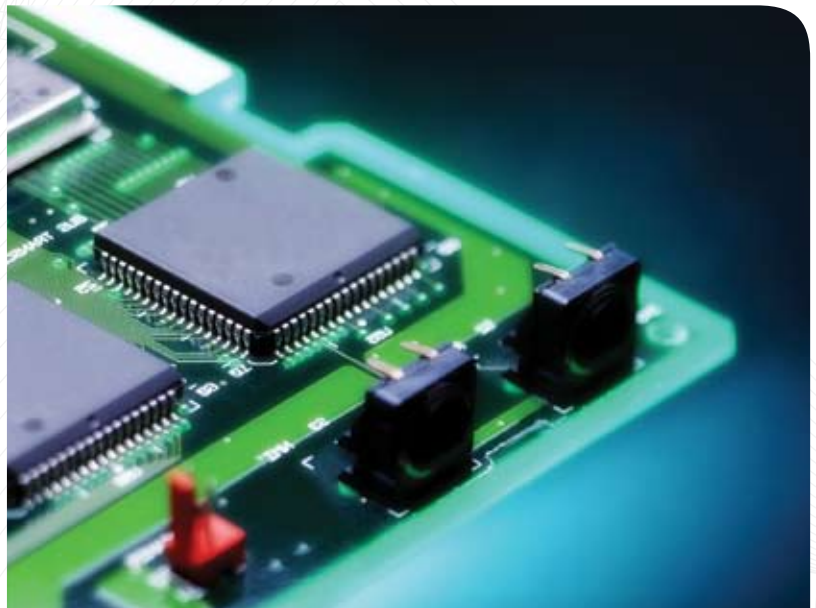
**2007**

Vol. 10

[www.sechang.com](http://www.sechang.com)

# 코팅두께측정기 기술자료

## Coating Thickness Measurement Technology



Coating Thickness  
Measurement Technology



SECHANG INSTRUMENTS

# 세창인스트루먼트 소개

## ◦ 회사소개



세창인스트루먼트(주)는 설립 이래 환경 및 품질관리 계측기의 제조로 국내 계측기 시장의 일익을 담당해 왔습니다. 당사의 제품은 편리하게 정확하게! 오래도록! 사용할 수 있도록 설계되어서 생산되고 있습니다. 또한 계측기기 온라인 정보 제공 및 전자상 거래라는 전문적이고 진입장벽이 높은 시장(Niche Market)에서 외국 업체에 뒤지지 않는 자체 개발한 독자적인 시스템으로 국내에서 선도적인 업체로 자리잡게 되었습니다. 실제 시장(Off-line real market)의 제품 정보를 데이터 베이스로 수집하고 이를 내부 ERP(Enterprise Resource Planning) 및 외부 전자상점(Specialized eCommer-

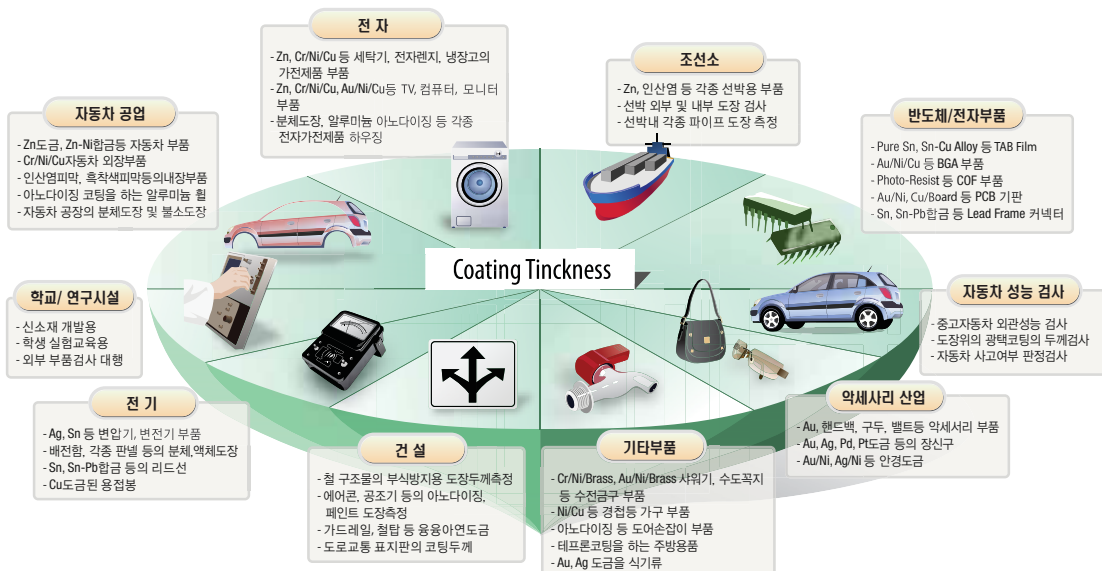
ce Mall)로 연계하여 수집된 데이터를 가장 효율적인 방법으로 고객들에게 제공함으로써 전문화된 계측기 정보 제공 및 판매 시스템을 구축 해왔습니다. 장기적으로 보다 경쟁력 있는 디지털 계측기 전문회사가 되기 위해 오늘도 저희 임직원들은 지속적으로 연구, 개발하고 있습니다. 환경, 생명, 품질 관련 계측기 정보를 제공하고 고객 들께서 비교우위의 가격으로 구입하시어 이로 인해 연구의 성과와 사용상의 효익을 얻으실 수 있도록 당사의 임직원은 사명감을 가지고 정진 하도록 하겠습니다. 세창인스트루먼트(주)의 제품을 사용하시는 고객여러분께 감사의 말씀을 드립니다.

## ◦ 품질방침

세창인스트루먼트(주)는 십여년간 정밀하고 신뢰성 있는 좋은 품질의 제품을 판매해 온 전문 업체입니다. 당사 임직원은 모든 서비스와 제품에 요구되는 품질기준을 이행하고, 고객만족을 가져올 수 있도록 지속적으로 노력하고 있습니다. 또한 계측기 판매 및 정보제공에 있어서 선도적인 전문기업으로서 품질경영 시스템의 지속적 개선활동을 통해 품질을 개선하고 있습니다. 품질관리정책은 임직원에게 엄격하게 준수되며, 정기적으로 교육되고 있습니다.

우리의 제품은 엄격한 품질 기준에 맞춰 출고됩니다. 기술정보, 사용자와의 상담내용 및 출고와 관련된 정보는 데이터 베이스에 기록되어 보다 나은 서비스를 위해 활용되고 있습니다. 사장과 임직원 모두는 본 품질방침을 숙지하고 회사내외의 관련되는 기능 및 하부 조직에서 이에 근거한 세부 성과목표를 성취하여 '지식을 기반 한 효율과 부가가치 창출'이 될 수 있도록 품질경영 실천에 최선을 다해 나아갈 것입니다.

## ◦ 도금두께측정기 사업분야



## ◦ 회사연혁

- |   |   |
|---|---|
| 1996. 9. 세창인스트루먼트 회사 설립 (서울 마포 합정동)                             | 2002. 5. 광주과학기술원에 SCADA System 소프트웨어 납품         |
| 1996. 11. 무역대리점협회 가입/무역대리업 신고 (신고번호 9616518)                    | 2002. 12. 중국 ShenZhen High Tech에 COD Meter - 수출 |
| 1997. 1. 금두께측정기 전문회사인 일본 ELEC-FINE 사와 기술제휴                      | 폴란드 Elmetron사와 수질계측기 및 도금두께측정기 기술제휴             |
| 1997. 11. www.sechang.com 10월 27일 업계 최초 인터넷 서비스 개시              | 2003. 2. 독일 Automation사와 기술제휴                   |
| 1998. 11. 대전 3,4공단 3단계 하수처리장 건설 공사에 수질계측기기 납품                   | 2003. 6. 구로동 에이스트원타워로 본사 이전                     |
| 1998. 12. 한국항공우주연구소에 유량교정용 Venturi, 남해화학(주), 제일제당(주)에 수질계측기기 납품 | 2003. 7. 통신판매업 신고 (제976호) 구로구 산업경제과             |
| 1999. 4. 공장등록 제819호서울특별시 마포구청                                   | 2004. 4. 생산물 배상 책임보험 가입(1억원)                    |
| 1999. 12. LG데이콤과 eCredit 서비스 계약                                 | 2004. 6. 방사선발생장치 판매허가 (제23-148-00호)             |
| 2000. 11. 도금/도장 두께 전문사이트 www.electfine.com 개설                   | 2004. 8. 한국무역협회 가입 (가입번호 30297595)              |
| 2000. 12. 구리하수처리장 G7 Project 실험용 Data Aquisition System 납품      | 2005. 3. 공장 및 창고 확장 (구로3동)                      |
| 2001. 2. 한국 소프트웨어 산업협회에 소프트웨어 사업자 신고                            | 2005. 5. 고객원격지원 서비스 시작                          |
| 2001. 10. 연세대학교에 SCADA System 소프트웨어 납품                          | 2005. 7. 교통안전공단 전국 51개 검사소 휴대형 측정기 납품           |
|   | 2006. 3. ISO 9001 ANAB 시스템 인증                   |
|   | 2006. 4. 벤처기업 지정 - 중소기업청                        |
|   | 2006. 5. 투명경영 인증 - 기술신용보증기금                     |
|   | 2006. 9. 에이스 하이엔드타워로 공장/창고 및 본사 통합 확장 이전        |
|   | 2006. 11. 기술혁신형 중소기업(INNO-BIZ)인증                |



## ◦ 세창닷컴 소개



www.sechang.com

세창인스트루먼트(주)는 1997년부터 온라인 전자상점 "세창닷컴" [www.sechang.com](http://www.sechang.com) 을 운영하고 있습니다. 세창닷컴은 항상 최신의 제품과 사양서, Catalog, 사용설명서, 제품사진등의 정보를 신속하게 제공합니다. 세창닷컴은 모든 상품의 최신 가격을 공개 하고 있으며, 정가 판매하고 있습니다.

세창닷컴에서 발급되는 실시간 견적서는 24시간 서비스되며, 견적서상의 유효기간 까지 견적된 가격으로 공급하고 있습니다. 가격 우위의 고품질의 제품을 공급하고, 앞으로도 보다 나은 서비스를 위해 노력하겠습니다. 감사합니다.

## ◦ 찾아오시는 길



SECHANG INSTRUMENTS



고객지원센터  
**1600-9711**

- 도금두께측정문의 : 02) 6292-1030
- 수질계측기 문의 : 02) 6292-1010
- 유량계 문의 : 02) 6292-1020
- 근무시간 : a.m. 9:00~ p.m. 6:00 (월~금) a.m. 9:00~ 12:00 (토)

### 본사 및 영업부



서울시 구로구  
구로3동 235-2  
에이스 하이엔드  
타워 1303,4호

### 공장 및 A/S센터



서울시 구로구  
구로3동 235-2  
에이스 하이엔드  
타워 1302호

Tel : 02) 6292-1000  
Fax : 02) 6292-1099  
E-mail : [sechang@sechang.com](mailto:sechang@sechang.com)

## ◦ 인 증 서



ISO 9001증서



투명경영인증서



벤처기업 확인서



INNO-BIZ 확인서

# Contents

## Coating Thickness Tester

### 휴대형 코팅두께측정기

Portable Coating Thickness Tester



#### 07 QN-4200-F

하나의 버튼만으로 작동되는 보급형 모델 Fe 금속위 코팅측정, 한손으로 측정, 빠른 측정속도, 내구성이 뛰어난 루비팁 내장  
최소분해능 1 $\mu$ m, 측정범위 0~3000 $\mu$ m 최소측정면적 10 x 10mm



#### 08 QN-4500-F

동양인 체형에 맞도록 설계된 컴팩트한 디자인 센서 하나로 Fe/ NFe 금속위 코팅측정, 한손으로 측정, 빠른 측정속도,  
내구성이 뛰어난 루비팁 내장. 최소 분해능 1 $\mu$ m, 측정범위 Fe 0~3000 $\mu$ m, NFe 0~2000 $\mu$ m, 최소측정면적 10 x 10mm



#### 09 QN-7500

세계최초 센서 분리/내장형 모듈디자인 Fe/NFe/Dual 센서 선택가능, 모듈 구조로 유지보수 및 옵션선택이 편리, 한손 또는 두손  
측정가능. 최소 분해능 0.1 $\mu$ m, 측정범위 Fe/NFe/Dual 0~2000 $\mu$ m(옵션5000 $\mu$ m), 최소측정면적 10 X 10mm



#### 10 QN-7500M

컴퓨터 모니터 화면으로 실시간 측정값 및 통계표시 및 출력 Fe/NFe/Dual 센서 선택가능, 모듈구조로 유지보수 및 옵션 선택이  
편리, 현장용 미니프린터 추가가능. 최소분해능 0.1 $\mu$ m, 측정범위 Fe/NFe/Dual 0~2000 $\mu$ m(옵션5000 $\mu$ m), 최소측정면적 10 X 10mm



#### 11 Keyless-FN

No버튼! No메뉴! No케이ابل! No교정! 세계최초 완전자동 무선측정기 센서 양쪽으로 Fe/NFe 측정, 최대 20M 무선측정,  
최고의 측정속도, 전극 자동충전, 최소분해능 0.1 $\mu$ m, 측정범위 Fe 0~5000 $\mu$ m, NFe 0~2000 $\mu$ m, 최소측정면적 10 X 10mm



#### 12 Keyless M-FN

컴퓨터 모니터 화면 및 프린트로 무선 측정값 및 통계표시 센서양쪽으로 Fe/NFe 측정, 최대 20M 무선측정, 최고의 측정속도,  
전극 자동충전, 최소분해능 0.1 $\mu$ m, 측정범위 Fe 0~5000 $\mu$ m, NFe 0~2000 $\mu$ m, 최소 측정면적 10X10mm



#### 13 QN-8500-FN

High-End급 성능의 핸드폰 스타일 세계최초 무선네트워크 측정기 센서하나로 Fe/NFe금속위 코팅측정, 4백만회 이상 정밀  
측정보장, 백라이트 기능, 한글메뉴 완벽지원, 최소분해능 0.1 $\mu$ m, 측정범위 Fe/NFe 0~2000 $\mu$ m, 최소 측정면적 20 X 20mm



#### 14 QN-8500M-FN

여러대의 기기를 하나의 컴퓨터로 제어하는 최고급 무선네트워크 센서하나로 Fe/NFe금속위 코팅측정, 철/비철소재 자동인식,  
2층코팅 두께측정, 액셀변환 기능, 최소분해능 0.01 $\mu$ m, 측정범위 Fe/NFe 0~2000 $\mu$ m, 최소 측정면적 20 X 20mm



#### 15 MG-411-F

평면전용 보급형 두께측정기 Fe소재위 코팅측정, 저렴한 가격, 간편하고 신속한 1포인트 교정, 측정값 Hold기능, 두손으로 측정  
최소분해능 1 $\mu$ m, 측정범위 0~1999 $\mu$ m, 최소 측정면적 20mm $\emptyset$



#### 16 MG-401-F

가격대 성능비가 뛰어난 디지털 코팅두께측정기 Fe소재위 코팅측정, 생활방수타입, 데이터저장 통계, 상한/하한 알람기능,  
현장용 미니프린터 추가 가능. 최소분해능 0.1 $\mu$ m, 측정범위 0~2000 $\mu$ m, 최소 측정면적 20mm $\emptyset$

### 차량 코팅두께측정기

Car Coating Thickness Tester



#### 17 CC-101

국내 최저가형 철 바디위 코팅두께측정, 구간별 램프로 간단히 두께표시, 차량사고 및 재도색 여부 확인기능  
분해능 LED표시, 표시범위 0~180~480 $\mu$ m 최소 측정면적 26mm $\emptyset$



#### 17 MG-101

보급형 저가모델 철 바디위 코팅두께측정, 휴대가 간편한 펜타입, 구간별 램프로 두께표시 분해능 LED표시,  
표시범위 0~150~200~350~500~1000 $\mu$ m 최소 측정면적 26mm $\emptyset$



#### 18 MG-105

두께가 숫자로 표시되는 합리적 가격의 뉴모델 철 바디위 코팅두께측정, 중고 자동차 코팅두께측정용, 0점교정도 필요없이  
즉시 측정가능, 최대 분해능 1 $\mu$ m, 측정범위 0~1000 $\mu$ m 최소 측정면적 26mm $\emptyset$



#### 18 Handy

소재자동인식 세계최소형 Fe/Al겸용 도막두께측정기 철/알루미늄 바디위 코팅두께측정, 담배케이스보다 작은사이즈,  
단 하나의 버튼도 없는 컴팩트한 디자인설계 최대분해능 5 $\mu$ m 측정범위 0~500 $\mu$ m 최소 측정면적 20 X 20mm

# Contents

## Coating thickness tester

### 전해식 도금두께측정기

Coulometric Coating Thickness Tester



#### 25 CT-3

**직관적 인터페이스의 보급형 모델** 파괴식, 부품자체검사용, 일본특허기술의 측정테이블, 고장이 없는 에어교반방식 채택  
측정범위 0.006~300 $\mu$ m, 최소 측정면적 1.7mm $\phi$ , 측정도금 17종류



#### 27 CT-2

**전해식 도금두께측정기의 표준** 파괴식, 혁신적 기술의 국내 최대 판매모델, 첨단 디지털 방식의 프린트, 데이터 저장, 통계기능, 측정범위 0.006~300 $\mu$ m, 최소 측정면적 1.7mm $\phi$ , 측정도금 17종류



#### 29 GCT-311

**PC기반의 최고급 전해식 모델** 파괴식, 쉬운 한글프로그램 제공, PC를 사용해 데이터 및 통계처리 관리, 다층니켈의 전위그래프 표시, 측정범위 0.006~300 $\mu$ m, 최소 측정면적 1.7mm $\phi$ , 측정도금 17종류

### 형광X선 도금두께측정기

X-Ray Fluorescence Coating Thickness Tester



#### 35 COSMOS-2X

**사용이 편리한 정밀측정시스템** 비접촉 비파괴식, 실험실용, 저렴한 수동스태이지, 단층/다층/합금도금 간편한 측정, 코리미터 5종류 기본내장, 측정범위 0.01 $\mu$ m~도금에 따라 다름, 최소 측정면적 0.1mm $\phi$ (옵선0.05 $\times$ 0.5, 0.05mm $\phi$ ), Co, Ni 필터 기본제공



#### 36 COSMOS-2X ECO

**Z축 150mm까지 이동가능한 대형샘플 측정시스템** 비접촉 비파괴식, 실험실용, 저렴한 수동스태이지, 단층/다층/합금도금 간편한 측정, 코리미터 5종류 기본내장, 측정범위 0.01 $\mu$ m~도금에 따라 다름, 최소 측정면적 0.1mm $\phi$ (옵선 0.05 $\times$ 0.5, 0.05mm $\phi$ ), Co, Ni 필터 기본제공



#### 37 EX-3000 Auto

**다양한 샘플을 측정가능한 자동스태이지 내장** 비접촉 비파괴식, 실험실용, 전자동 스태이지, 다량/반복측정 최적의 시스템 코리미터 5종류 기본내장, 측정범위 0.01 $\mu$ m~도금에 따라 다름, 최소 측정면적 0.1mm $\phi$ (옵선 0.05 $\times$ 0.5, 0.05mm $\phi$ ), Co Ni필터 기본내장



#### 38 EX-3000 Manual

**크고 다양한 형태의 샘플에 대응하는 경제적 시스템** 비접촉 비파괴식, 실험실용, 저렴한 수동스태이지, 최적의 시스템 코리미터 5종류 기본내장, 측정범위 0.01 $\mu$ m~도금에 따라 다름, 최소 측정면적 0.1mm $\phi$ (옵선0.05 $\times$ 0.5, 0.05mm $\phi$ ), Co Ni필터 기본내장

### 와전류식 코팅두께측정기

Eddy-Current Non-Destructive Coating Thickness Tester



#### 43 DMC-211

**최고의 측정속도, 전수검사에 최적** 비파괴식, 가장 신속하고 정확한 측정, PC를 사용해 데이터 및 통계처리 관리, 측정범위 0.001 $\mu$ m~도금에 따라 다름, 최소 측정면적 3mm $\phi$ , 8종류의 다양한 형태의 전극



#### 44 D-20

**빠르고 경제적인 아날로그 측정기** 비파괴식, 아연도금의 소형샘플 측정가능, 이동하면서 측정가능하도록 본체 위 손잡이 제공, 측정범위 0.001 $\mu$ m~도금에 따라 다름, 최소 측정면적 3mm $\phi$ , 8종류의 다양한 형태의 전극

### 전기저항식 코팅두께측정기

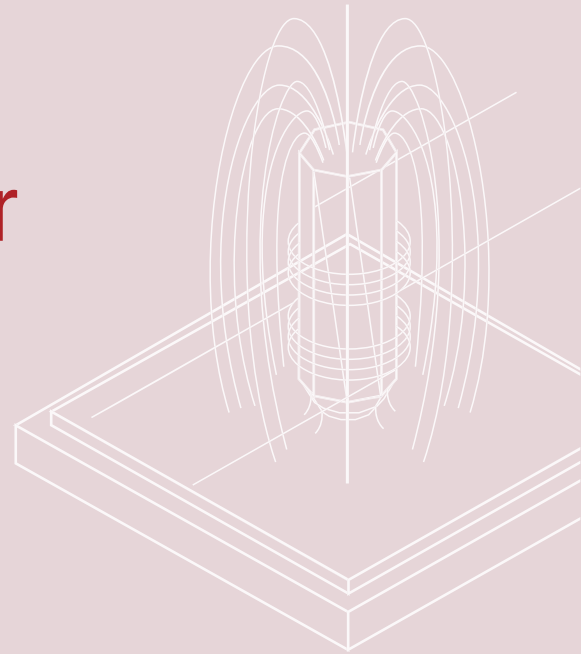
Electronic Resistance Coating Thickness Tester



#### 48 RST-231

**PCB 기판위의 등박측정** 비파괴식, 매우빠른 측정속도, PC를 사용하여 각 채널별로 데이터 및 통계처리 관리측정범위 2~120 $\mu$ m, 최소 측정면적 15mm $\phi$ , 3종류의 다양한 형태의 전극

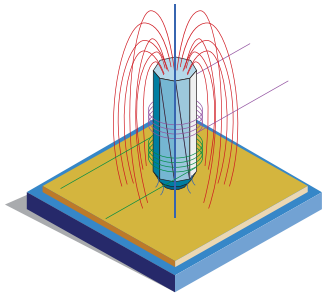
# Portable Coating Thickness Tester



- 02 휴대형 코팅두께측정기 측정이론**
- 05 자동차 코팅두께측정기 비교사양표**
- 07 QN-4200-F/ 4500-FN**  
단하나의 버튼만으로 작동 가능한 철소재용 보급형 모델
- 09 QN-7500/ 7500M**  
다양한 조건에서도 측정가능하도록 설계된 측정기
- 11 Keyless-FN/ KeylessM-FN**  
No 버튼! No 메뉴! No 케이블! No 교정! 세계최초 완전자동 무선측정기
- 13 QN-8500-FN/ 8500M-FN**  
High-End급 성능의 세계최초 무선 네트워크 측정기
- 15 MG - 411-F/ MG-401-F**  
가격대 성능비가 뛰어난 디지털 코팅두께 측정기
- 17 CC-101/ MG-101/ MG-105/ Handy-FN**  
국내 최저가형/ 보급형 저가모델/ 합리적인 가격의 뉴모델/ 사용이 간편한 모델



## ● 자기유도 측정이론 / 철소재(Fe)위의 비자성코팅

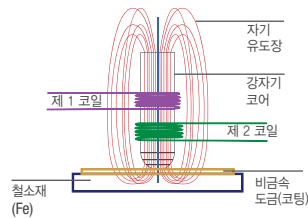


휴대형 코팅두께측정기 중 자기유도(Magneto-Inductive)의 방식은 철소재 위의 비자성코팅을 측정하는 용도로 사용됩니다. 일반적으로 전극과 계기 본체는 케이블 또는 무선으로 연결되어 있습니다.

전극을 철(Fe)소재 위의 코팅면에 접촉하면, 두번째 코일내의 전압과 함께 자속(Magnetic Flow)은 증가하게 됩니다. 이것으로 전극과 원소재 사이의 거리를 측정하여 두께로 환산합니다. 이와 같은 유도자석 방식의 원리는 오늘날까지 철이나 철금속류 위의 비자성 코팅 두께 측정에 가장 많이 사용하는 방법이 되고 있습니다.

코일에서 발생한 전압은 전극에서 케이블을 통해 계기본체의 마이크로 프로세서로 전송됩니다. 변환법칙을 따르는 모든 전극은 교류 발전기에 의해 공급됩니다. 자석과 비자석 사이에서 지속적으로 변하며, AC전원 주파수와 함께 철의 자기변화를 일으킵니다. 예를 들어, 500Hz의 전류 주파수는 측정하고자 하는 물체(철)의 측정포인트에서 1초에 500번 자성을 변화시키며, 이 결과는 측정하고자 하는 물체에 따라 각기 다른 손실을 가져옵니다. 즉, 코팅 두께를 결정하는 것은 코팅되어져 있는 철판의 종류와 질에 따라 그 측정 값이 크거나 혹은 작게 나온다는 것을 의미합니다.

자기유도(Magneto-Inductive) 방식



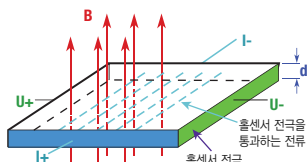
## ● 일반적인 자기 유도 방식의 계측기

타사의 휴대형(자기 유도 방식) 계기들은 소재가 되는 철의 두께와 종류에 따라 측정값에 영향이 미치므로 따로 측정값을 교정해야만 합니다.

자기 유도 방식의 계기들은 변압기 원리와 같은 생성된 자기장의 원리로 측정하게 됩니다. 이때 철은 적용 주파수(일반적으로 약300Hz)에 의해 자성화 혹은 비자성화 됩니다. 전극을 대어 측정을 하려하는 한 지점의 자극을 바꿔주기 위한 에너지는 그 소재의 두께나 종류에 매우 큰 영향을 받습니다.

그 결과 사용자는 각각의 측정하고자 하는 소재의 종류에 따라 계측기를 매번 교정해야 합니다. 하지만, 이러한 방식의 가장 큰 단점은 측정할 때마다 조정을 필요로 하는 소재의 종류가 너무 많다는 것과 교정에 사용되는 별도 필름(Film)이 필요하다는 것입니다.

## ● 혁신적인 QuaNix의 측정방식



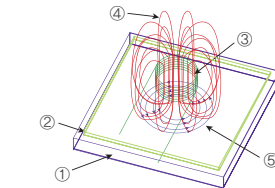
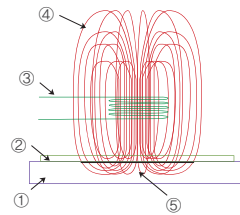
$$U = U_H = -i \times B \times Kh \times 1/d$$

- U = 홀-전압
- Kh = 홀-상수
- i = 홀-센서 전극을 통과하는 전류
- B = 자기유도(Flux)
- d = 홀-센서 전극의 두께

매년 부식방지를 위한 코팅두께의 인식 부족으로 제품에 녹이 슬어 그에 따른 불량률과 손실이 막대하게 증가하고 있습니다. 코팅 두께를 정확하게 측정함으로써 녹발생에 따른 제품의 손상을 방지

할 수 있습니다. 일반적인 휴대형 코팅 두께측정기의 단점을 보완하기 위해 QuaNix에서는 종전의 자기 유도 방식이 아닌, 영구 자석으로 이루어진 전극과 특별한 타입의 반도체를 연결하여 홀-이펙트(Hall-Effect)이론에 바탕을 둔 새로운 계측기를 개발하였습니다. 이 이론은 0Hz의 주파수를 사용함으로써 결과적으로 측정 소재의 자성이 변하지 않을 뿐만 아니라, 철소재의 두께나 종류에 영향을 받지 않습니다. 사용자는 번거로운 교정(Calibration)없이 0점 교정만으로도 다양한 소재위의 코팅을 측정할 수 있게 되었습니다.

## ● 와전류식 측정이론 / 비철(NFe)위의 비전도코팅



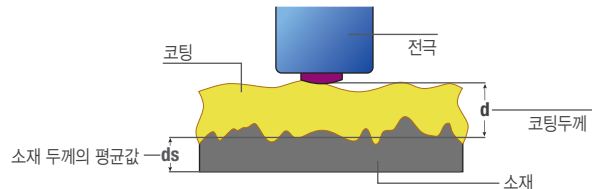
- ① 비철금속소재 ② 비전도코팅 ③ 코일
- ④ 전자기장 ⑤ 와전류

알루미늄이나 구리와 같은 비철금속 소재 위의 코팅 측정을 할 경우에는 자기유도 원리가 적용되지 않습니다. 높은 주파수의 와전류로 바꾸어 사용해야 합니다. 이 방식의 계기는 앞에서 설명한 것과 같은 자기유도 방식의 장비와 같은 조작으로 동등한 측정값을 얻을 수 있습니다. 와전류 측정기는 계기의 전극 시스템에서 와전류 고주파 전자기장이 발생하는 원리로 작동합니다. 이 전극 시스템은 전도체에 전극을 접촉하여 와전류를 발생시킵니다. 전극부터 금속사이의 거리와 코일의 고주파 파장은 일정한 관계를 가지고 있습니다. 이때 유도되는 와전류를 이용하여 비자성금속 소재 위의 비전도 코팅의 두께를 측정합니다.

## ● 측정오차

• Edge Effects : 본 측정법은 측정 시편의 표면형태변화에 민감하므로 시편의 가장자리나 안쪽구석에서의 측정에 대해 교정이 이루어지지 않았다면 이곳에서의 측정은 정확하지 않을 수 있습니다.

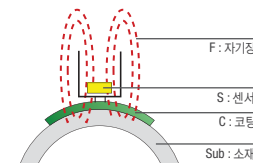
• 거친 표면 : 거친 표면을 측정하는 경우 같은 측정범위내의 연속측정에서 계기의 반복성을 넘어서면 재현성을 위해 최소 다섯 번의 측정을 필요로 합니다.



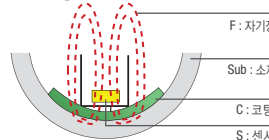
• 곡면측정 : 샘플의 곡면의 곡률에 따라 측정값은 영향을 받습니다. 곡률반경의 감소에도 민감한 차이를 보입니다. 볼록한 샘플의 코팅두께 측정을 위해서는 동일한 샘플의 원소재로 0점 교정한 후 측정해야 신뢰성 있는 측정값을 기대할 수 있습니다. 오목한 곳도 마찬가지입니다. 계기의 타입과 형식에 따라 상당한 곡률의 변화가 있으며, 곡면위의 측정은 각각에 맞는 0점 교정이 필요합니다.

• 이물질 : 계기의 전극은 측정포인트에 직접 접촉을 해야 합니다. 전극은 측정표면의 녹과 같은 이물 질에 민감하게 반응하기 때문에 전극 표면을 항상 깨끗하게 유지해야 합니다. 청결을 위해 전극 끝 부분의 청소가 필요합니다. 또한, 건식(Dry-Film)방식의 휴대형 코팅 측정기를 가지고 습식(Wet)상태의 코팅을 절대 측정하지 않도록 하여야 합니다. 이는 측정후 센서에 습식 상태의 코팅이 묻어 굳게 되면 교정이 원인이 되기 때문입니다.

• 볼록면측정 : 측정값은 실제두께보다 두껍게 측정



• 오목면 측정 : 측정값은 실제 두께보다 얇게 측정



• 전극의 접촉 : 정확한 측정을 위해 전극은 적당한 힘을 가해 물체의 표면에 수직으로 닿아야 합니다.

• 전극의 위치 : 전극의 기울기에 따라 계기가 측정하는 측정값은 달라집니다. 만약 물체의 표면이 부드럽다면 얻어지는 측정값은 기울기의 각도와 함께 변할 것입니다. 가끔씩 측정 표면에 전극을 수직으로 접촉해야 올바른 측정값을 얻을 수 있습니다.

# 휴대형 코팅두께측정기 소개

## ● 중고차 코팅 두께측정



자동차의 도장은 메이커의 생산라인에서 상도, 중도, 하도 등의 여러 도장 공정을 거쳐 일정한 두께의 도장을 차체 표면에 고르게 도장되어 출고되지만, 출고 이후의 차량은 다양한 환경에 도장부위가 노출되게 됩니다.

결과적으로 차체 도장의 변색, 차량 사고, 특정 부위 교체 등의 이유로 재도장 혹은 자동차 외장의 교체를 하게 됩니다. 이러한 차량을 중고차로 구입시, 육안으로는 판별하기 어려운 곳의 사고 및 재도색 유무를 휴대형코팅두께 측정기를 사용함으로써 보다 정확하고 편리하게 판정할 수 있습니다. 이를 통해 중고자동차 판매 및 구입에 보다 신뢰성을 더할 수 있습니다.

## ● 선박도장



선박의 경우 일반적인 페인트로는 해수와 해풍에 의한 부식을 방지하기 힘들기 때문에 매우 두꺼운 특수 도료를 사용하게 됩니다. 철판 위의 선박용 도료를 덧칠하는 경우가 대부분입니다. 선박의 페인트는 해수와 직접 맞닿는 외판(Side/Bottom Shell)의 경우 5~7회 도장을 하게 되는 데 습기와 온도가 적절하게 유지된 상태에서 각 회도의 도장을 하고 일정시간 Dry Time을 갖은 후 도장과 건조작업을 반복 실시합니다. 특히, 해수와 닿는 부분은 해초의 기생을 막기 위해 특수 페인트를 1~2회 도장을

하고 그 외 부분은 보통 3~4회 도장을 한다. 해수를 사용하는 Water Ballast Tank는 4회 정도 도장을 하는데 코팅두께를 높여 도장회수를 줄이기도 합니다. 도장회수는 같은 특성의 경우 도막두께를 증가시켜 회수를 줄여 도장을 하기도 하며 기준 이하의 도장이나 초과 도장의 경우 벗겨내고 다시 도장을 해야 합니다. 선박도장은 일반적인 도장 보다 매우 두꺼운 편이므로 측정계의 측정 범위가 넓어야 합니다. (약 2000~5000 $\mu$ m) 대부분의 휴대형 계측기의 측정 범위는 0~2000 $\mu$ m 이 일반적이며 이보다 더 높은 범위의 계측기를 사용하여 선박도장의 두께를 측정해야 합니다. 이에 따라 본사의 QuaNix 측정기를 사용하면 최대 5 $\mu$ m 까지 측정이 가능합니다. 바다속에서 선박도장을 측정하기 위해서는 물속에서 사용가능한 특수전극을 사용해야 합니다. (옵션)

## ● 분체도장



분체도장은 도료(분말가루로 이루어진 고형분의 석유화학물질로 입자의 크기는 대략 60 $\mu$ m 정도)를 Hople라는 통에 넣고 공기를 주입하여 입자들을 띄워서 고루 섞이게 하고 그 입자들을 공기에 의해 피도물(철제품)에 분사하여 붙이게 되는데, 이때 원리는 분사되는 원료에는 (-)이온을 철 제품에는 (+)이온을 가지게 해주면 철과 도료가 자력에 의해 서로 밀착하게 되고 균등한 도막을 형성하여 150~220 $^{\circ}$ C 정도의 건조로에서 15분가량(철의 두께에 따라 다름) 열을 가해서 도료를 녹여 철에 붙이는 도장방법입니다. 하도 도장이 필요 없어 단지 1회의 도장

으로 액체도료에 비해 두꺼운 도막 두께와 우수한 도막 성능을 얻을 수 있어 도장 공정 단축으로 인한 생산성을 향상시킬 수 있습니다. 또한 용제 사용으로 인해 발생할 수 있는 대기오염, 화재위험, 약취, 독성 등을 해결할 수 있다는 점에서 현재 전 세계적으로 크게 호응을 얻고 있으며 그 사용분야는 날이 증가하고 있습니다.

일반적으로 분체도장은 액체도장에 비해 도막의 두께가 두껍게 형성되며 밀착성 또한 우수한 편입니다. 그리고 여러 가지 첨가제를 섞어 여러 가지 무늬 형성이 가능합니다. 또한 부식 환경이 높은 곳에서의 사용을 위한 에폭시 분체 도장도 있습니다. 일반적으로 분체도장이 적용되는 곳은 발전실 하우징 도색, 혹은 전자 제품 판별의 부식성을 방지하기 위한 도색, 자동차 부품, 가전제품, 조형기구, 차량, 사무용품, 수도관(에폭시 도장), 아파트 혹은 기타 건물의 계단 난간 등에 사용됩니다.

## ● 인산염 피막

인산염 처리법은 파아커라이징이라고 하는데, 미국 파아커 러스트 프루프 (Parker Rust Proof Co.)에서 발명하여 붙여진 명칭입니다. 인산염 피막 처리는 금속(주로 철강)을 묽은 인산과 화학적으로 반응시켜 속의 표면을 난용성의 결정 질 인산염으로 만들어 금속의 고유성질을 바꾸는 것입니다. 망간 또는 아연과 같은 금속의 제 1산염 수용액을 끓는점 가까이 까지 가열한 것 속에 철강제품을 담그면, 표면에 불용 성인 철(鐵) 제 2, 제 3 인산염이 형성 됩니다.



이 피막은 물에도 녹지 않고, 치밀하여 표면을 잘 뒤덮으므로 방부효과(防蝕效果)가 크며, 도장(塗裝)의 바탕이 되기도 합니다. 인산염피막은 착색 및 방청용으로 사용되며 구체적으로 자동차 부품, 각종 무기, 변압기 등의 방청, 도장하지, 소성 가공용 피막, 비닐 코팅 하지 등에 쓰입니다.

## ● 용융아연도금



용융아연도금은 원자재인 철의 부식을 방지하기 위해 사용되는 여러 방법 중 아연 도금의 종류 중 하나이며, 주로 철 구조물 또는 시설재 등에 사용됩니다. 철소지 표면과 아연이 합금화 되어 치밀하고 단단한 보호 피막을 형성, 제품의 부식을 방지 하게 됩니다.

못과 같은 경량품에서 10톤에 이르는 제품 까지 용융아연도금조에 침적 가능한 제품은 모두 도금이 가능합니다. 철강재에 붙어있는 먼지, 기름, 녹 등의 불순물을 제거한 후, 약 450 $^{\circ}$ C 정도의 아연용탕에 피도물(철강재)을 침적, 철소재와 아연의 서로 반응하여 철, 아연의 합금층이 형성되고 이 합금층 위에 순수한 아연층이 입혀지게 되는 것을 말합니다. 용융아연도금은 건축물의 내,외 공사 자재류, 전기가설 자재류, 교량 자재, 철탑, 주물 자재, 도로에 세워지는 가드레일, 가로등의 외장재 등에 사용됩니다.



# 휴대형 측정이론 - 응용분야

## 정전분체도장



일반적인 페인트와는 다른 도장의 한 종류로서 강판 위에 전류를 흐르게 하여 그 위에 도장을 분사하는 방식입니다. 일반적인 액체 도장과 비교하였을 때 제품의 표면이 매우 매끄럽게 마무리 되는 특징이 있습니다. 반영구적인 도장의 우수성을 자랑합니다. 정전 분체 도장은 피복체(강판)에 대한 적절한 전처리가 끝난 후,

특정한 분체도료를 음극으로 대전된 정전 분체 도장용 건(Gun)의 노즐에 통과시켜 접지된 피복체에 분사하여 (이때 도막두께는 대략 60 $\mu$ m) 전기적으로 부착시킵니다. 분체도장은 건물 승강기 내장재, 방화문, 아파트 내에 있는 세대 단자함, 아파트 발코니, 고원의 미관용 가드레일 등, 기타 장식용 요하는 내장재에 사용됩니다.

## 불소도장 (소부도장)



듀폰(DUPONT)에서 개발한 불소화 폴리머 수지인 테프론을 이용하여 다양한 용도의 제품에 사용됩니다. 이 불소수지를 도료화 하여 철, SUS, 알루미늄, 동 등 기존의 제품에 사용되는 원 소재에 스프레이(SPRAY) 및 분말 정전도장, 건조, 가열, 소성의 공정으로 저마찰계수 · 비유성 · 내화학성 · 내열성 · 내마모성 · 전기적 특성 등 불소수지 고유의 특성을 이용한 우수한 도장을 말합니다.

불소도장은 주로 차량의 외부 도색에 적용되며, 차량의 녹방지를 위해 초벌칠을 한 후 차량의 외부 도색을 하는 것을 말합니다. 불소도장이 이루어진 차량과 이루어지지 않은 차량의 부식속도가 다릅니다. 내수용 차량에는 불소 도장이 이루어지는 차체가 거의 없으며(르노삼성 제외), 수출용 차량이나 그 밖에 해외에서 판매되는 차량에는 기본적으로 불소도장이 이루어져 있습니다.



## 아노다이징 (양극산화법)



양극 산화법(Anodizing)은, 전해액에서 물건을 양극으로 하고 전류를 통하여 양극에서 발생하는 산소에 의하여 금속 표면에 고착된 산화 피막을 형성하는 처리입니다. 현재 양극 산화법은 황산법으로 주로 사용되고 있으며, 특수 처리에 의하여 저온 경질 피막, 자연 발색 피막 등으로 발전되었습니다.

또, 내식성, 장식용 및 특수 기능을 가지는 피막 처리 기술로 산성용, 알칼리성용, 중성용, 비수성용, 용용, 염용 등 다양하게 사용되고 있습니다. 알루미늄의 산화피막은 매우 가벼우며, 내식성, 착색성, 절연성이 있기 때문에 내식, 내마멸, 장식, 네임 플레이트, 도장 하지 및 전해 콘덴서 등 특수 기능의 용도로 사용되고 있습니다. 또한 이렇게 생성된 피막은 여러 가지 색으로 염색할 수 있기 때문에 내식, 내마모성의 실용성과 더불어 미관을 가지고 있습니다. 알루미늄의 순도가 높을수록 미려하고 광택있는 피막을 얻을 수 있습니다. 양극산화방식은 가전제품, 취사도구, 건축 자재, 전기 통신 기기, 광학 기기, 장식품, 기계 부품, 자동차 부품등 광범위합니다.

## 파이프도장



파이프도장은 구경을 갖고 있는 스틸 혹은 스테인리스 스틸 파이프 위에 페인트 도장을 입히는 것을 말합니다. 스틸 파이프로 구조를 이루는 유모차, 작업대, 혹은 각종 구조물에 사용됩니다. 파이프도장의 경우 도막 두께 측정기를 사용하여 파이프 위의 페인트 도막을 측정하게 되는데, 철판과 달리 파이프는

구경을 가지고 있어서 표면에 굴곡이 심하므로, 파이프 구경에 맞는 가이드가 탑재되고 센서 구경이 작은 휴대형 코팅 두께측정기를 사용하여 측정하여야 합니다.

## 액체도장



분체도장과 유사하며, 다만 분체 도장은 고온 입자로 된 가루를 소재의 표면에 뿌린 후 특수한 방법으로 페인트를 입히므로 제품의 표면이 고른 반면, 액체 도장은 페인트를 붓이나 콤프레서를 이용하여 소재에 직접 뿌리게 되므로 완성품의 표면이 거친 단점이 있습니다.

일상 생활에서 흔히 사용하는 제품의 페인트 도장은 대부분 액체 도장으로 이루어져 있습니다. 분해능 및 정밀도가 높은 고가의 도막두께측정기를 사용하여 제품의 도막 두께를 측정합니다. 이는 표면이 다른 도장에 비해 월등히 거칠기 때문이며, 이에 따라 계기를 선택해야 합니다.

# 휴대형 코팅두께측정기 비교사양

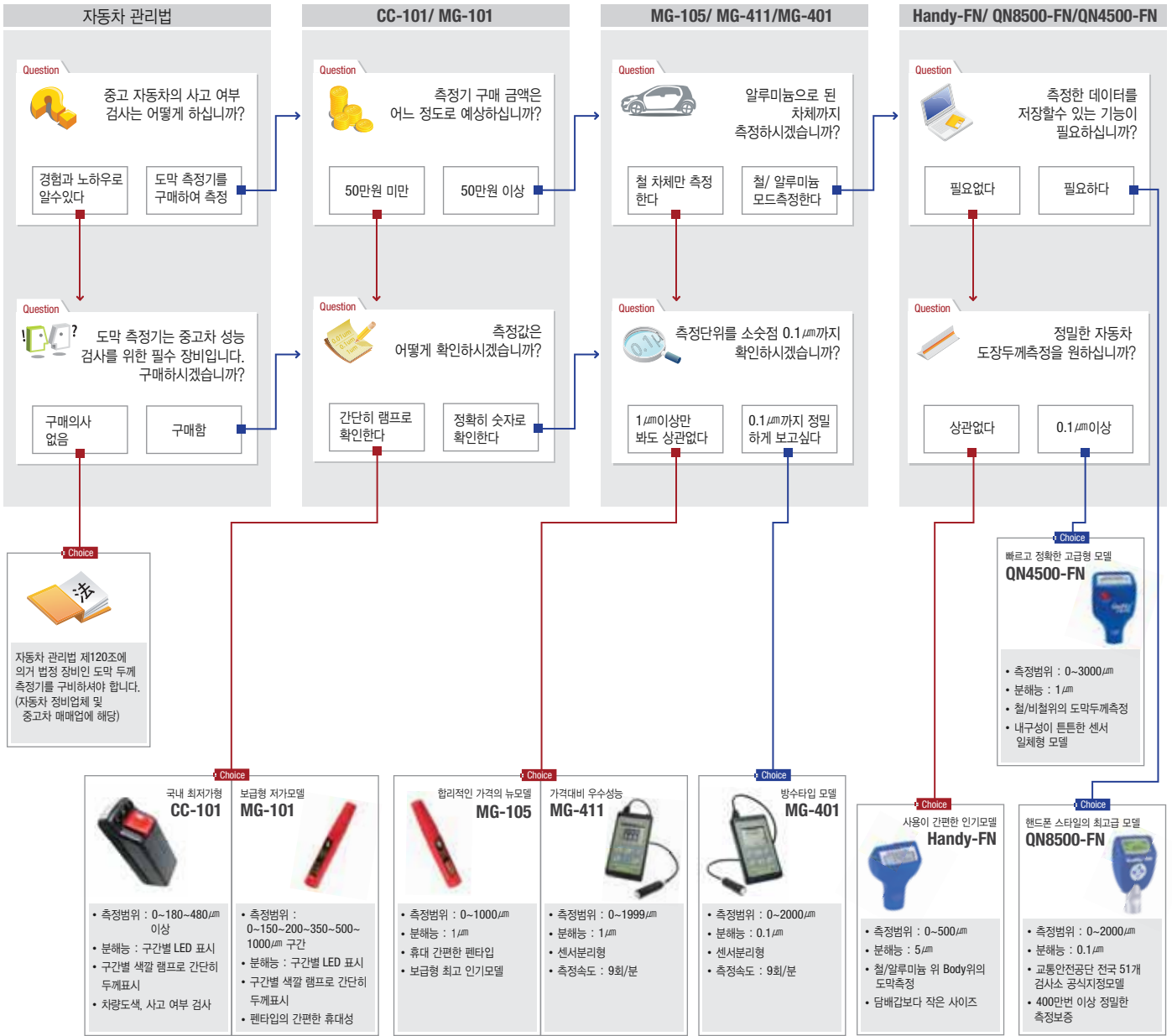
## 철 전용 휴대형 코팅두께측정기 비교사양

모 델	 MG-411-F	 MG-401-F	 QN-4200-F	 QN-7500-F
제 조 사	Elmetron (Poland)		Automation (Germany)	
측정 가능한 코팅	철 소재 위 비자성 코팅			
측정범위	0~1999 $\mu$ m	0~2000 $\mu$ m	0~3000 $\mu$ m	0~2000 $\mu$ m(옵션0~5000 $\mu$ m)
분 해 능	1 $\mu$ m	0.1 $\mu$ m	1 $\mu$ m	0.1 $\mu$ m
정 밀 도	$\pm 1\mu$ m +3%	$\pm 1\mu$ m +3%	$\pm 2\mu$ m +3%	$\pm 1\mu$ m +3%
최소곡면면적	20mm	20mm	볼록 : 5mm / 오목 : 25mm	볼록 : 5mm / 오목 : 25mm
최소측정면적	20mm	20mm	10 $\times$ 10mm	10 $\times$ 10mm
전 극	외장형	외장형	내장형	내장/ 외장형
메 모 리	×	240개	×	999 (옵션)
통 계	×	가능	×	7500M-F
컴퓨터 연결	×	RS-232(옵션)	×	RS-232 (옵션)
프린터 기능	×	MG-401-FP	×	7500M-FP
전 원	9V 배터리	9V 배터리	1.5V AA 배터리 $\times$ 2	9V 배터리
제품규격	149 $\times$ 82 $\times$ 22	149 $\times$ 82 $\times$ 22	100 $\times$ 62 $\times$ 27	120 $\times$ 60 $\times$ 26
제품무게	280g	280g	110g	150g

## 철 / 비철 겸용 휴대형 코팅두께측정기 비교사양

모 델	 Handy-FN	 QN-4500-FN	 QN-7500-FN	 Keyless-FN	 QN-8500-FN
제 조 사	Automation (Germany)				
측정 가능한 코팅	철 소재 위 비자성 코팅 / 비철 소재 위 비전도성 코팅				
측정범위	0~500 $\mu$ m	Fe : 0~3000 $\mu$ m NFe : 0~2000 $\mu$ m	Fe : 0~2000 $\mu$ m NFe : 0~2000 $\mu$ m	Fe : 0~5000 $\mu$ m NFe : 0~2000 $\mu$ m	Fe : 0~2000 $\mu$ m (옵션 : 0~5000 $\mu$ m) NFe : 0~2000 $\mu$ m
분 해 능	5 $\mu$ m	1 $\mu$ m	0.1 $\mu$ m	0.1 $\mu$ m	0.01 $\mu$ m(8500M)0.1 $\mu$ m, 1 $\mu$ m
정 밀 도	$\pm 5\mu$ m +5%	$\pm 2\mu$ m +3%	$\pm 1\mu$ m +3%	$\pm 1\mu$ m +3%	$\pm 1\mu$ m +3%
최소 곡면 면적	볼록 : 10mm, 오목 : 50mm	볼록 : 5mm, 오목 : 25mm	볼록 : 5mm, 오목 : 25mm	볼록 : 5mm, 오목 : 25mm	볼록 : 5mm, 오목 : 25mm
최소측정면적	20 $\times$ 20mm	10 $\times$ 10mm	10 $\times$ 10mm	10 $\times$ 10mm	10 $\times$ 10mm
전 극	내장형	내장형	내장/ 외장형	무선전극	내장/ 외장형
메 모 리	×	×	7500M-FN 3900개(옵션)	KeylessM-FN 3900개(옵션)	8500 : 100개 8500M : 13000개
통 계	×	×	7500M-FN	KeylessM-FN	가능
컴퓨터 연결	×	×	RS-232	RS-232	USB - 무선통신(옵션)
프린터 기능	×	×	7500M-FNP	KeylessM-FNP	PC를 이용한 프린터가능
전 원	1.5V AAA 배터리 $\times$ 2	1.5V AA 배터리 $\times$ 2	9V 배터리 $\times$ 2	1.5V AA 배터리 $\times$ 2	1.5V AA 배터리 $\times$ 2
제품크기	80 $\times$ 56 $\times$ 35	100 $\times$ 62 $\times$ 27	120 $\times$ 60 $\times$ 26	110 $\times$ 62 $\times$ 22	124 $\times$ 67 $\times$ 33
중 량	100g	110g	150g	130g	120g

# 고객님께 꼭 맞는 차량코팅두께측정기를 추천해 드립니다



## • 제품 사양 비교표

항 목	CC-101	MG-101	MG-105	MG-411	MG-401	Handy-FN	4500-FN	8500-FN
소재	철 차체의 도막측정	●	●	●	●	●	●	●
	알루미늄 차체의 도막측정					●	●	●
측정 방법	한손으로 측정	●	●	●			●	●
	두손으로 측정				●	●		●
계기 성능	빠른 측정속도	●	●			●	●	●
	교정 없이 사용 가능	●	●	●			●	●
	정확한 도막두께측정				●	●	●	●
	PC연결, 데이터저장					●		●
	내구성이 뛰어난 루비팁내장					●	●	●
휴대가 간편한 사이즈	●	●	●				●	

## 자동차 도막 측정기가 꼭 필요한 업체

- 카센터
- 자동차 판매딜러
- 신차영업대리점
- 중고차 평가업체
- 자동차 시험검사기관
- 자동차 경매장
- 보험회사, 렌트카회사



# QN-4200-F

Portable Coating Thickness Tester



**단하나의  
버튼만으로  
작동가능한  
철소재용  
보급형모델**

- ▶ 철 위의 코팅측정
- ▶ 조작이 쉽고 간단한 사용법
- ▶ 최소분해능 1 $\mu$ m
- ▶ 최대측정범위 3000 $\mu$ m
- ▶ 최소측정면적 10x10 mm

## Feature

- 철소재위의 페인트 도장 등을 측정하는 센서일체형 모델
- 온도변화에 민감한 타사 측정기의 단점을 개선
- 계기를 측정부위에 간단히 올려놓으면 바로 측정데이터를 확인
- 영구자석을 사용한 홀센서(Hall-Sensor)로 불편한 교정(Calibration) 작업이 불필요
- 전극 내장형 장비로써 내구성이 우수하여 잔고장없이 장시간 사용
- V홀이 있어 곡면 측정시 가이드(Guide) 역할로 안정된 데이터 측정

- 번거로운 0점교정을 버튼 하나만으로도 조작가능한 혁신적이고 간편한 교정 작업
- 한손만으로 측정할 수 있으므로 복잡한 생산현장에서도 간편하게 측정
- 온도가 다른 각각의 장소에서 매번 계기 교정할 필요없음



최소 측정면적 10x10mm



현대중공업 납품모델

- 영구자석을 사용한 홀센서(Hall-Sensor)로 불편한 교정(Calibration) 작업이 불필요

- 번거로운 0점교정을 버튼 하나만으로도 조작가능한 혁신적이고 간편한 교정 작업

- 한손만으로 측정할 수 있으므로 복잡한 생산현장에서도 간편하게 측정



간편한 측정방법

- 전극 내장형 장비로써 내구성이 우수하여 잔고장없이 장시간 사용

- 온도가 다른 각각의 장소에서 매번 계기 교정할 필요없음



추락방지 핸드스트랩



강화플라스틱 보관케이스 제공



고급 루비팁 장착

- 고급 루비(Ruby)팁 장착으로 전극의 내마모성 극대화
- 자동전원 ON/OFF 기능
- 사용자의 실수 방지를 위한 추락방지 핸드스트랩 장착
- 플러그나 케이블이 없어 휴대간편
- 강화플라스틱 보관케이스 제공

## Application

- Fe 전극 측정가능한 샘플 : 철(鐵)금속 소재 위의 비자성(非磁性) 코팅
- 비자성(Non-Magnetic) 코팅 : 분체도장, 페인트, 인산염피막, 경질크롬, 동, 에폭시, 용융아연, 라커, 알루미늄, 황동(신주), 청동, 카드뮴, 플라스틱, 고무 코팅 등
- 철(Ferrous)금속 : 철, 철합금 소재 등



도로 가드레일



선박 도장두께측정



자동차 코팅두께 측정

## Specification

모 델	QN-4200-FN
제 조 사	Automation(Germany)
측정가능한 피막	철소재위의 비자성코팅
측 정 원 리	Fe : 자기유도
측정범위	0~3000 $\mu$ m
분 해 능	1 $\mu$ m
소재두께	Fe : 0.2mm 이상
정 밀 도	$\pm 2\mu$ m + 측정데이터의 3%
최소측정면적	10 x 10 mm
최소곡면면적	볼록 : 5mm / 오목 : 25mm
화면표시	디지털 (LCD)
사용온도	0 ~ 60 °c
전 극	1포인트, 내장형 전극
측정속도	약 60회/ 분
전 원	1.5V 알카라인건전지(AA타입 x 2)
크 기	100 x 62 x 27 mm
중 량	110g (배터리 포함)

# QN-4500-FN

동양인 체형에  
맞도록 설계된  
컴팩트한 디자인



간단한 0점 교정 버튼  
간편한 Fe/NFe 전환기능

추락방지 핸드 스트랩

동양인에게 맞는  
컴팩트한 디자인

내구성이 뛰어난 고급 루비팁 채용

- ▶ 센서하나로 철/비철 위의 코팅 측정
- ▶ 간단한 사용법
- ▶ 최소분해능 1 $\mu$ m
- ▶ 최대측정범위  
Fe : 3000 $\mu$ m / NFe : 2000 $\mu$ m
- ▶ 최소측정면적 10x10mm

## Feature

- 철소재위의 페인트도장과 비철소재 위의 알루미늄 아노다이징 피막을 센서하나로 측정하는 듀얼모델



간단한 측정방법

- 계기를 측정부위에 간단히 올려놓으면 바로 측정데이터를 확인
- 한손만으로 측정할 수 있으므로 복잡한 생산현장에서도 간편하게 측정

- 센서교체없이 공중에서 3초간 버튼을 누르고 있으면 Fe/NFe 모드전환



Fe / NFe 모드 전환

- 온도변화에 민감한 타사의 단점을 개선하여 온도가 다른 각각의 장소에서 매번 기기 교정작업 불필요
- 번거로운 0점교정을 버튼 하나만으로 조작 가능한 혁신적이고 간편한 교정작업
- 자동전원 ON/OFF 기능

- 영구자석을 사용한 홀센서(Hall-Sensor) 기술로 0점 교정만으로 정확한 측정 가능



자동차 코팅두께 측정



추락방지 핸드스트랩 장착

- 전극 내장형 장비로써 내구성이 우수하여 잔고장없이 장시간 사용
- V홀이 있어 곡면 측정시 가이드(Guide) 역할로 안정된 데이터 측정
- 고급 루비(Ruby)팁 장착으로 전극의 내마모성 극대화
- 사용자의 실수 방지를 위한 추락방지 핸드스트랩 장착
- 강화플라스틱 보관케이스 제공



강화플라스틱 보관케이스 제공

## Application



비철 소재 측정

- Fe 전극 측정가능한 샘플 : 철(鐵)금속 소재 위의 비자성(非磁性) 코팅
- 철(Ferrous)금속 : 철, 철합금 소재 등
- 비전도(Non-Conductivity) 코팅 : 양극산화피막, 아노다이징, 분체도장, 페인트, 인산염피막, 라커, 에폭시, 플라스틱, 고무 코팅 등
- 비자성(Non-Magnetic) 코팅 : 분체도장, 페인트, 인산염피막, 경질크롬, 동, 에폭시, 용융아연, 라커, 알루미늄, 황동(신주), 청동, 카드늄, 플라스틱, 고무 코팅 등

- NFe 전극 측정가능한 샘플 : 비철(非鐵)금속 위의 비전도성(非傳導性) 코팅
- 비철(Non-Ferrous)금속 : 알루미늄, 황동(신주), 청동, 동, 마그네슘, 티타늄, 우라늄, 아연, SUS(문의요망)소재 등



## Specification

모 델	QN-4500-FN
제 조 사	Automation(Germany)
측정가능한 피막	철소재위의 비자성코팅 / 비철소재위의 비전도코팅
측 정 원 리	Fe : 유도자력 / NFe : 와전류
측정범위	Fe : 0~3000 $\mu$ m / NFe : 0~2000 $\mu$ m
분 해 능	1 $\mu$ m
소재두께	Fe : 0.2mm / NFe : 0.05mm 이상
정 밀 도	$\pm 2\mu$ m + 측정데이터의 3%
최소측정면적	10 x 10 mm
최소곡면면적	볼록 : 5mm / 오목 : 25mm
화면표시	디지털 (LCD)
사용온도	0 ~ 60 °c
전 극	1포인트, 내장형 전극
측정속도	약 60회/ 분
전 원	1.5V 알카라인건전지(AA타입 x 2)
크 기	100 x 62 x 27 mm
중 량	110g (배터리 포함)

# QN-7500

**다양한 조건에서도 측정가능하도록 설계된 측정기**

간단한 0점 교정  
간편한 Fe/NFe 전환기능

60cm의 연장케이블

센서내장 가능

센서분리 가능

곡면측정시 안정적인 V홀



- ▶ 최소분해능 0.1 μm
- ▶ 최대측정범위 2000 μm(옵션:5000 μm)
- ▶ 최소측정면적 10×10mm
- ▶ 12종류의 다양한 전극교체 (옵션)

**Feature**

- 세계최초 센서 분리/내장 모듈형 디자인
- 모듈구조로 유지보수 및 옵션 선택이 편리
- 영구자석을 사용한 홀센서(Hall- Sensor) 기술로 0점교정만으로 정확한 측정가능
- 0.1 μm에서 2000 μm (옵션 : 5000 μm) 까지 측정가능한 전극제공
- 내장전극 사용시 계기를 측정부위에 간단히 올려놓으면 바로 측정데이터를 확인



전극 내장가능



간단한 측정방법

- 측정면적이 좁아 작은 형태의 샘플과 원형 제품측정에 유리
- 측정면적이 좁아 작은 형태의 샘플과 원형 제품측정에 유리



작은 제품도 측정가능

- 고급 루비(Ruby)팁 장착으로 전극의 내마모성 극대화

- 하나의 전극으로 철/비철 측정가능(FN)

- V홀이 있어 곡면 측정시 가이드(Guide) 역할로 안정된 데이터 측정



고급 루비팁 장착

- 번거로운 0점교정을 버튼 하나만으로 도 조작가능한 혁신적이고 간편한 교정작업



간편한 원 버튼 교정

- 온도변화에 민감한 타사 측정기의 단점을 개선하여 온도가 다른 각각의 장소에서 매번 기기 교정 불필요

- 자동 전원 ON/OFF 기능

- 사용자의 실수 방지를 위한 추락방지 핸드 스트랩 장착



추락방지 핸드스트랩 장착

- 파이프와 같은 깊숙한 내부를 측정하는 Right Angle Probe (옵션)

- 내장전극으로 측정가능하며 필요에 따라 연장케이블로 연결측정도 가능

- 물속에서 두께측정이 가능한 Under-water Probe (옵션)

- 확장케이블 사용시에는 두손으로 안정적인 측정값 확인



확장케이블 사용



강화플라스틱 보관케이스 제공

**모델코드안내**

- F : 철전용(철소재위의 비자성 코팅측정)
- N : 비철전용(비철금속 위의 비전도코팅 측정)
- FN : 철비철 겸용
- M : 메모리(데이터 저장 및 각종통계기능)
- P : 휴대형 프린터포함, 직접 프린트 기능 제공



# QN-7500M



### Feature



- PC에서 QuaNix Software6.2를 구동하여 실시간 통계 및 그래프 표시
- 측정데이터 저장 3900개, 블록분할 999개
- 계기버튼을 이용하여 블록(Block)으로 분할가능



- 측정 데이터를 PC 및 휴대형 프린터로 직접 출력가능
- 간단한 조작으로 저장된 측정데이터들의 평균/ 표준편차/ 최소/ 최대값 확인



### Application

- Fe 전극 측정가능한 샘플 : 철(鐵) 금속 소재 위의 비자성(非磁性) 코팅
- 철(Ferrous)금속 : 철, 철합금 소재 등



- NFe 전극 측정가능한 샘플 : 비철(非鐵) 금속 위의 비전도성(非傳導性) 코팅
- 비자성(Non-Magnetic) 코팅 : 분체도장, 페인트, 인산염피막, 경질 크롬, 동, 에폭시, 용융아연, 라커, 알루미늄, 황동(신주), 청동, 카드늄, 플라스틱, 고무 코팅 등

- 비전도(Non-Conductivity) 코팅 : 양극산화피막, 아노다이징, 분체도장, 페인트, 인산염피막, 라커, 에폭시, 플라스틱, 고무 코팅 등
- 비철(Non-Ferrous)금속 : 알루미늄, 황동(신주), 청동, 동, 마그네슘, 티타늄, 우라늄, 아연, SUS(문의요망) 소재 등



### Specification

모 델	QN-7500-F	QN-7500M-F	QN-7500-N	QN-7500M-N	QN-7500-FN	QN-7500M-FN
제 조 사	Automation (Germany)					
측정가능한 피막	철소재위의 비자성코팅 (Fe)		비철소재위의 비전도코팅 (NFe)		한 전극으로 모두 측정(Dual)	
측정원리	Fe : 자기유도		NFe : 와전류		자기유도(Fe)/ 와전류(NFe)	
측정범위	0 ~ 2,000 $\mu$ m (기분) / 0 ~ 5,000 $\mu$ m(옵션)					
분 해 능	0.1 $\mu$ m : 0 ~ 99.9 $\mu$ m / 1 $\mu$ m : 100 ~ 999 $\mu$ m / 1.00mm : 1 ~ 2 mm					
소재두께	철 : 0.2mm		비철 : 0.05mm		철 : 0.2mm, 비철 : 0.05mm	
정 밀 도	0~999 $\mu$ m : $\pm 1\mu$ m + 측정데이터의 2% / 1~5mm : 측정데이터의 3.5%					
최소측정면적	10 x 10 mm					
최소곡면면적	블록 : 5 mm / 오목 : 25 mm					
화면표시	디지털 (LCD)					
사용온도	보관 : -10 ~ 60 °C / 작동 : 0 ~ 60 °C					
저장메모리	X	3,900 데이터	X	3,900 데이터	X	3,900 데이터
블럭분할	X	999개 까지	X	999개 까지	X	999개 까지
통 계	X	평균, 표준편차, 최대, 최소	X	평균, 표준편차, 최대, 최소	X	평균, 표준편차, 최대, 최소
컴퓨터연결	X	RS-232	X	RS-232	X	RS-232
프린트기능	X	7500M-FP	X	7500M-NP	X	7500M-FNP
전 극	1포인트, 전극선택가능					
측정속도	약 48회/분					
전 원	1.5V 알카라인 배터리 (AA타입) x2					
크 기	118 x 60 x 24 mm					
중 량	150g (건전지포함)					

# Keyless-FN

Portable Coating Thickness Tester



**No버튼! No메뉴!  
No케이블! No교정!**  
세계최초 완전자동  
무선측정기

- ❖ 철/비철소재 위의 코팅측정
- ❖ 자동 0점 교정기능
- ❖ 최소분해능 0.1 $\mu$ m
- ❖ 최대측정범위 5000 $\mu$ m
- ❖ 최소측정면적 10 $\times$ 10mm

Feature

- 철/비철 전극을 무선으로 측정
  - 철/비철(Fe/NFe) 전극이 양방향 내장
- 
- 비철 측정
- 고급 루비(Ruby)팁 장착으로 전극의 내마모성 극대화
  - V홈이 있어 곡면 측정시 가이드(Guide) 역할로 안정된 데이터 측정

- 계기본체에 0점교정판이 내장되어 0점 교정이 자동으로 적용
- 버튼한번으로 사용자가 임의로 0점 교정 가능
- 온도변화에 민감한 타사 측정기의 단점을 개선
- 온도가 다른 각각의 장소에서 매번 계기 교정할 필요없음



- 빠른 측정속도, 높은 정밀도 및 뛰어난 재현성
- 센서를 측정부위에 간단히 올려놓으면 바로 측정데이터를 확인



- 계기본체와 전극사이에 케이블 대신 최대 20m내에서 무선 측정데이터 송수신
- 작업장의 거친 환경과 사용자의 안전을 고려한 무선센서 시스템



- 영구자석을 사용한 홀센서(Hall-Sensor) 사용으로 불편한 표준시편 교정(Calibration)작업이 불필요



- 무선전극은 측정기 본체에 꽂아 넣으면 자동으로 충전
- 무선전극을 기기에서 꺼내면 기기 전원이 켜지며, 계기본체에 넣어두면 자동으로 전원 OFF



- 측정면적이 좁아 작은 형태의 샘플과 원형제품 측정에 유리





# KeylessM-FN



추락방지  
핸드스트립

측정데이터  
저장

## Specification

모 델	Keyless-FN	KeylessM-FN
제 조 사	Automation (Germany)	
측정가능한 피막	철소재위의 비자성코팅 (Fe) 비철소재위의 비전도코팅 (NFe)	
측정원리	Fe : 자기유도 / NFe : 와전류식	
측정범위	0 ~ 5,000 μm (Fe) / 0 ~ 2,000 μm (NFe)	
분 해 능	0.1 μm : 0 ~ 99.9 μm 1 μm : 100 ~ 999 μm 1mm : 1 ~ 5 mm	
소재두께	Fe : 0.2mm / NFe : 0.05mm 이상	
정 밀 도	0~999 μm : ± 1 μm + 측정데이터의 2% 1~5mm : 측정데이터의 3.5%	
최소측정면적	10 × 10 mm	
최소곡면면적	볼록 : 5 mm / 오목 : 25 mm	
화면표시	디지털 (LCD)	
사용온도	보관 : -10 ~ 60 °c / 작동 : 0 ~ 60 °c	
저장메모리	X	3,900 데이터
블럭분할	X	999개 까지
컴퓨터연결	X	RS-232
프린팅기능	X	KeylessM-FNP
무선거리	최대 20M / 환경에 따라 다름	
전 극	1포인트, 무선전극	
측정속도	약 72회/분	
전 원	본체 : 1.5V 알카라인 배터리 x 2EA 무선전극 : 충전가능한 배터리 x 1	
크 기	110 × 62 × 22 mm	
중 량	약 130g (건전지포함)	

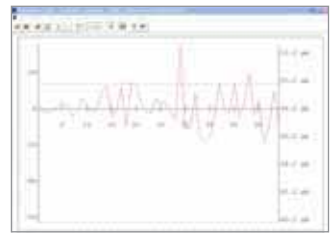
## Feature



- 프린트, 컴퓨터 연결기능
- PC에서 QuaNix Software6.2를 구동하여 실시간 통계 및 그래프 표시
- 간단한 조작으로 저장된 측정데이터들의 평균/표준편차/최소/최대값 확인
- 측정데이터 저장 3900개, 블럭분할 999개
- 계기버튼을 이용하여 블럭(Block)으로 분할가능
- 측정 데이터를 PC 및 휴대형 프린터로 직접 출력가능



히스토그램



다이아그램

## Application

- Fe 전극 측정가능한 샘플 : 철(鐵) 금속 소재 위의 비자성(非磁性) 코팅
- NFe 전극 측정가능한 샘플 : 비철(非鐵) 금속 위의 비전도성(非傳導性) 코팅
- 철(Ferrous)금속 : 철, 철합금 소재 등
- 비철(Non-Ferrous)금속 : 알루미늄, 황동(신주), 청동, 동, 마그네슘, 티타늄, 우라늄, 아연, SUS(문의요망) 소재 등
- 비자성(Non-Magnetic) 코팅 : 분체도장, 페인트, 인산염피막, 경질크롬, 동, 에폭시, 용융아연, 라커, 알루미늄, 황동(신주), 청동, 카드늄, 플라스틱, 고무 코팅 등
- 비전도(Non-Conductivity) 코팅 : 양극산화피막, 아노다이징, 분체도장, 페인트, 인산염피막, 라커, 에폭시, 플라스틱, 고무 코팅 등



# QN-8500-FN



## High-End급 성능의 세계최초 무선네트워크 측정기

- ▶ 철/비철소재 위의 코팅측정
- ▶ 최소분해능 0.01 $\mu\text{m}$  (8500M) / 0.1 $\mu\text{m}$  (8500)
- ▶ 최대측정범위 2000 $\mu\text{m}$  (옵션 : 5000 $\mu\text{m}$ )
- ▶ 측정면적 20 $\times$ 20 mm
- ▶ 4백만회이상 정밀한 측정보장
- ▶ 메모리, 백라이트 기능, 한글메뉴 완벽지원

13 Feature



- 영구자석을 사용한 홀센서(Hall-Sensor) 사용으로 불편한 표준시편 교정(Calibration)작업이 불필요
- 교정없이 측정가능하므로 작동 준비 시간이 필요없어 생산성증대
- 센서 연장케이블로 두손으로 측정하거나 일체형으로 한손으로 측정가능



고급루비팁 장착

- V홈이 있어 곡면 측정시 가이드(Guide) 역할로 안정된 데이터 측정
- 고급 루비(Ruby)팁 장착으로 전극의 내마모성 극대화



연장케이블 연결 측정

- 번거로운 0점교정을 버튼 하나만으로도 가능하여 혁신적이고 간편한 교정 작업



센서분리형

- 메모리, 백라이트 기능, 한글메뉴 완벽지원



- 어두운 곳에서도 측정가능한 Backlight LCD 채택



- 핸드폰과 같은 네이게이션 키패드 구조
- 센서 분리 및 내장모듈형 디자인으로 유지보수 및 옵션 선택이 편리



- 교통안전공단, 현대자동차, 삼성중공업 등 납품모델
- 센서하나로 철/비철 (Fe/NFe)모두 측정가능

- 측정횟수가 4백만회 이상이 넘어도 정확한 측정값 보장, 안정적 성능



- 자동 전원 ON/OFF 기능

- 사용자의 실수 방지를 위한 추락방지 핸드스트랩 장착



핸드 스트랩 장착

- 온도변화에 민감한 타사 측정기의 단점을 개선

- 온도가 다른 각각의 장소에서 매번 기기 교정할 필요없음



강화플라스틱 보관케이스 제공

# QN-8500M-FN



철/비철 자동인식

- 마우스 버튼 하나로 손쉽게 Microsoft사의 EXCEL로 변환가능



셋업



데이터 전송

## Application

- Fe 전극 측정가능한 샘플 : 철(鐵) 금속 소재 위의 비자성(非磁性) 코팅
- 철(Ferrous)금속 : 철, 철합금 소재 등
- 인산염피막/ 용융아연도금/ 철의 다층 코팅측정 가능



인산염/아연/철 소재 다층두께 측정



- 비철(Non-Ferrous)금속 : 알루미늄, 황동(신주), 청동, 동, 마그네슘, 티타늄, 우라늄, 아연, SUS(문의요망) 소재 등

- 비전도(Non-Conductivity) 코팅 : 양극산화피막, 아노다이징, 분체도장, 페인트, 인산염피막, 라커, 에폭시, 플라스틱, 고무 코팅 등

- NFe 전극 측정가능한 샘플 : 비철(非鐵) 금속 위의 비전도성(非傳導性) 코팅

- 비자성(Non-Magnetic) 코팅 : 분체도장, 페인트, 인산염피막, 경질크롬, 동, 에폭시, 용융아연, 라커, 알루미늄, 황동(신주), 청동, 카드늄, 플라스틱, 고무 코팅 등



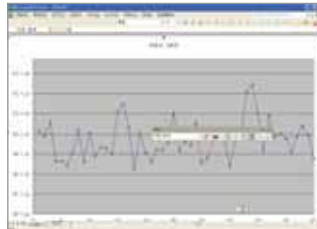
## Feature

- 최고급 무선네트워크 장비
- 데이터저장 8000개, 최대분해능 0.01 μm
- 특수한 코팅을 위한 사용자교정채널 100개 지원
- 전극접촉시 철과 비철을 자동으로 인식



노트북 연결 가능

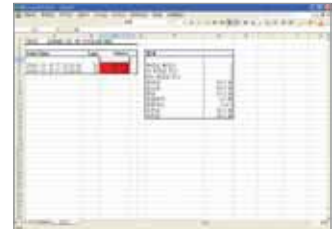
- 특수한 코팅을 위한 사용자교정채널 100개 지원



꺼은선 그래프



- QuaNix Software 7.0를 이용하여 모든 계기의 설정을 사용자의 PC로 제어 가능
- 거친표면의 소재도 손쉽게 교정가능한 자동 평균0점교정기능



엑셀로 변환

## Specification

모 델	QN-8500-FN	QN-8500M-FN
제 조 사	Automation (Germany)	
측정가능한 피막	철소재위의 비자성코팅(Fe)	철/비철소재 자동인식(8500M)
	비철소재위의 비전도코팅(NFe)	
측정원리	Fe : 자기유도 / NFe : 와전류식	
측정범위	0 ~ 2,000 μm / 0 ~ 5,000 μm(옵선 - Fe : 5000 μm, NFe : 2000 μm)	
분 해 능	0.1 μm : 0 ~ 99.9 μm 1 μm : 100 ~ 999 μm 1.00mm : 1 ~ 2mm	0.01 μm : 0 ~ 99.9 μm 0.1 μm : 0 ~ 99.9 μm 1 μm : 100 ~ 999 μm 1.00mm : 1 ~ 2mm
오차범위	0~999 μm : ± 1 μm + 측정데이터의 2%	
정 밀 도	1~5mm : 측정데이터의 3.5%	
최소측정면적	20 × 20mm	
최소곡면면적	볼록 : 5mm / 오목 : 30mm	
화면표시	디지털 (LCD)/ 측정값 자동 Hold	
사용온도	보관 : -10 ~ 60 °c / 작동 : 0 ~ 50 °c	
교정채널	1개	13000개
저장메모리	100개	999개
블럭분할	옵선	최대 10M
컴퓨터연결	옵선	무선 2.4GHz
프린트기능	옵선	USB Dongle을 이용한 무선통신
무선거리	옵선	PC를 이용한 프린터가능
전 극	1포인트, 내장/ 분리형전극	
측정속도	표준측정 : 약 36회/분, 연속측정 : 약 60회/분	
전 원	1.5V 알카라인 배터리 x 2	
크 기	124 × 67 × 33mm	
중 량	약 150g	

# MG-411-F

## 보급형 평면전용 코팅두께측정기



- ▶ 철소재위의 비자성코팅측정
- ▶ 최소분해능 1µm
- ▶ 최대측정범위 1999µm
- ▶ 측정면적 20mm

### Feature

#### ● 철소재위의 비자성코팅측정



측정값 Hold 기능

#### ● 측정값 Hold 기능

- 타사의 두께측정기들과 다르게, 교정 세팅이 오래동안 유지지속



#### ● 저렴한 가격에도 불구하고 뛰어난 정밀도와 재현성 실현

#### ● 간편하고 신속한 1 포인트 교정



시편측정

#### ● 최대측정범위 1999µm



플라스틱 케이스 제공

### Application

- Fe 전극 측정가능한 샘플 : 철(鐵) 금속 소재 위의 비자성(非磁性) 코팅
- 철(Ferrous)금속 : 철, 철합금 소재 등
- 비자성(Non-Magnetic) 코팅 : 분체도장, 페인트, 인산염피막, 경질크롬, 동, 에폭시, 용융아연, 라커, 알루미늄, 황동(신주), 청동, 카드뮴, 플라스틱, 고무 코팅 등



센서직경 20mm

### Specification

모 델	MG-411-F	MG-401-F
제 조 사	Elmetron(Poland)	
측정가능한 피막	철소재위의 비자성코팅(Fe)	
측정원리	자기유도	
측정범위	0 ~ 2,000µm	
분 해 능	1µm	
소재두께	0.2mm	
정 밀 도	±1µm, ± 2%	
최소측정면적	20mm	
최소곡면면적	볼록 : 10mm / 오목 : 50mm	
화면표시	1Line 디지털 (LCD)	3Line 디지털 LCD
저장메모리	불가	240 데이터
방수규격	없음	IP-67
컴퓨터연결	불가	RS-232
프린트기능	불가	MG-401-FP
무선거리	1 포인트, 전극연결형	
전 극	500mm	
측정속도	약 9회/분(Fe)	
전 원	9V 배터리 /12V 어댑터 사용가능	
크 기	149 × 82 × 22mm	
중 량	220g	



# MG-401-F

가격대 성능비가 뛰어난 디지털 코팅두께측정기



- ▶ 방수타입 IP-67
- ▶ 최소분해능 0.1 $\mu$ m
- ▶ 최대측정범위 2000 $\mu$ m
- ▶ 최소측정면적 20mm

## Feature

- 방수규격 IP-67 계기로써 생활방수 가능



- 매우 저렴한 가격의 철소재위의 비자성 코팅을 측정하는 모델
- 타사의 코팅두께측정기들과 다르게, 교정 셋팅이 오래 동안 유지
- 드라이 필름, 페인트도장, 아연도금 등 평면형태의 측정면적이 넓은 샘플 측정



- 240개의 측정데이터에 두께값, 측정시간, 날짜와 함께 저장

- 최소, 최대, 평균값 계산 가능
- 최소측정면적 20mm

- 사용자가 설정한 상한, 하한을 초과시 알람 작동기능



- 측정시 실시간으로 프린트 및 계기에 저장된 데이터에서 결과값만 출력도 가능 (MG-401-FP)



- 사용자가 설정한 시간에 맞게 자동으로 전원 OFF 되며, 수동으로도 전원 OFF 가능



- 현재 시간과 날짜표시가 표시기능



- 3종류의 교정채널에 1~3포인트까지 사용자 선택 교정 입력가능



# CC-101



※ 위 표시는 독일 기준이며, 국내실정과 맞지 않을수 있습니다.

### Feature

- 차량의 사고 또는 재도색 여부 확인가능
- 사고차량을 구입하지 않도록 도와드립니다
- 차량의 부식, 퍼티 처리여부를 검사용
- 녹색 : 180 $\mu$ m이하  
- 정상적인 도장상태 (오리지널)
- 노란색 : 180 $\mu$ m이상 ~ 450 $\mu$ m이하  
- 약간 두꺼운 상태
- 붉은색 : 450 $\mu$ m이상  
- 경고! 사고차량 또는 재도색 의심됨



### Specification

모 델	CC-101		
제 조 사	Automation (Germany)	동작시간	20시간 이상
소 재	철 위의 페인트	정 밀 도	$\pm 5\%$ ( $\pm 25\mu$ m)
화면표시	LED	치 수	100(W) $\times$ 44(D) $\times$ 38(H)
측정범위	0~180~480 $\mu$ m	중 량	90g
전 원	9V 배터리		

## 국내 최저가 차량도장 검사 모델

- ▶ 표시범위 : 0~180~480 $\mu$ m
- ▶ 분해능 : LED 표시
- ▶ 구간별 색깔 램프로 간단히 두께표시
- ▶ 차량도색, 사고여부검사

# MG-101



### Feature

- 0~1000 $\mu$ m사이의 자동차코팅을 구간별로 표시
- 150 $\mu$ m 이하,
- 150~200 $\mu$ m 사이,
- 200~350 $\mu$ m 사이,
- 350~500 $\mu$ m 사이,
- 500~1000 $\mu$ m 사이
- 1000 $\mu$ m 이상 구간별 두께표시



### Specification

모 델	MG-101		
제 조 사	Elmetron (Poland)		
소 재	철 위의 페인트		
화면표시	LED		
전 원	LR44 1.5V 수은전지 3개		
동작시간	30시간 이상		
정 밀 도	$\pm 5\%$		
크 기	143(L), $\emptyset$ 26		
중 량	75g		

## 보급형 차량도장 검사 모델

- ▶ 표시범위 : 0~150~200~350~500~1000 $\mu$ m
- ▶ 분해능 : LED 표시
- ▶ 구간별 램프로 두께표시
- ▶ 휴대가 간편한 펜타입

# MG-105

## 차량도장 검사 모델

정밀도 50%

측정이 편리한 펜타입

계기 전원 버튼

0~1000 $\mu$ m 디지털 LCD

수은전지 2개



- ▶ 측정범위 : 0~1000 $\mu$ m
- ▶ 분해능 : 1 $\mu$ m
- ▶ 휴대가 간편한 펜타입
- ▶ 보급형 최고인기 모델
- ▶ 철소재 자동차 도장측정

### Feature

- 중고 자동차 도장두께측정용
- 0점교정이 필요없이 즉시 측정가능
- 샘플에 전극만 올려놓으면 바로 측정값 표시
- 사용이 간단한 보급형 모델



### Specification

모델	CC-101	
제조사	Elmetron (Poland)	측정범위 0~1000 $\mu$ m
소재	철 위의 페인트	분해능 1 $\mu$ m
화면표시	LCD	정밀도 $\pm 5\mu$ m
전원	LR44 1.5V 수은전지 3개	크기 143(L), $\varnothing$ 26
동작시간	20시간 이상	중량 75g

# Handy-FN

## 사용이 간편한 인기모델



0~500 $\mu$ m 사이측정

센서 본체 일체형

철/비철 자동인식



- ▶ 측정범위 : 0~500 $\mu$ m
- ▶ 분해능 : 5 $\mu$ m
- ▶ Fe, Al 바디위의 도막측정
- ▶ 철, 알루미늄 소재 자동인식
- ▶ 담배갑보다 작은 사이즈

### Feature

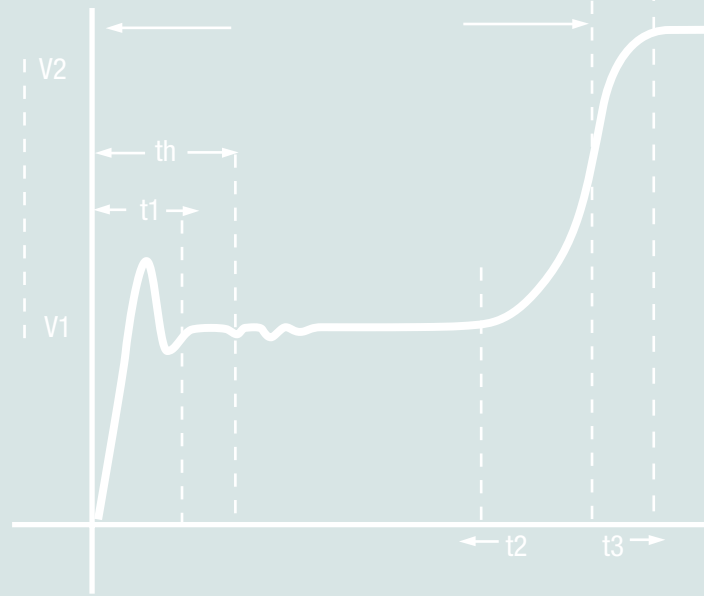
- 0점교정도 필요없이 즉시 측정가능
- 세계 최 소형 보급형 Fe/Al 겸용 측정기
- 다른소재에 전극을 올려놓으면 자동 Fe/Al 전환
- 버튼 조작이 없는 컴팩트한 디자인설계
- 자동차 코팅두께측정에 최적
- 샘플에 전극만 올려놓으면 바로 측정값 표시



### Specification

모델	Handy-FN	
제조사	Automation (Germany)	화면표시 LCD
소재	철/알루미늄 자동인식	측정값 자동 Hold
측정범위	0 ~ 500 $\mu$ m	전극 1포인트, 내장형 전극
분해능	5 $\mu$ m	측정속도 약 42회/분
정밀도	$\pm 5\mu$ m + 측정값의 5%	전원 1.5V x 2 (알카라인 건전지, AAA) 10초이상사용하지 않을시 자동 전원차단
최소곡면면적	볼록 15mm/ 오목 30mm	
최소하지두께	20 x 20mm	
사용온도	보관 : -10 ~ 60 °c 작동 : 0 ~ 60 °c	크기 80 x 56 x 35mm
		중량 100g

# Coulometric Thickness Tester



## 20 전해식 도금두께측정기 측정이론

### 25 CT-3

경제적인 가격과 간단한 조작의 도금두께측정기

### 27 CT-2

전해식 도금두께측정기의 표준모델

### 29 GCT-311

PC기반의 최고급 전해식 모델





# 전해식 측정이론

## 가스켓과 셀



가스켓(GASKET) A, B, C는 측정물의 측정 부위의 크기와 모양에 따라 사용합니다. 가스켓 A를 사용하면 보다 높은 정밀도를 얻을 수 있습니다.

가스켓	A	B	C
평 면	3.5mm보다 클때	2.5mm보다 클때	1.5mm보다 클때
구 면	(120)160보다 클때	(80)120보다 클때	(50)60보다 클때
원 형	(150)200보다 클때	(100)150보다 클때	(60)80보다 클때

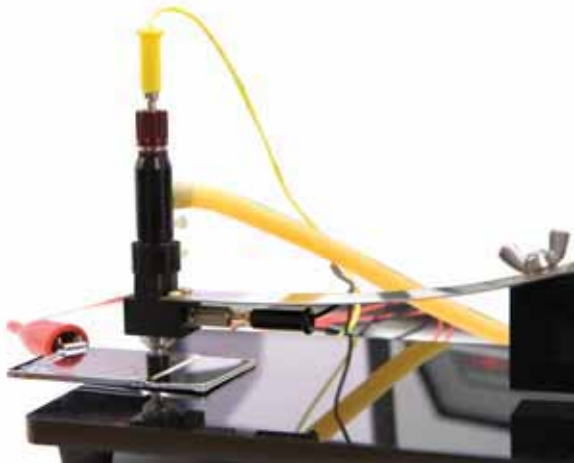
## 전해식 두금두께 표준시편



이외의 표준판은 시편에 따라 주문 제작이 가능합니다.

도금층	하 지	두께(μm)
크롬 (Cr) μm	황동(Brass)	5 ~ 7
	구리(Cu)	5 ~ 7
	철(Fe)	3 ~ 6
카드뮴 μm	니켈(Ni)	0.3 ~ 0.5
	철(Fe)	10 ~ 14
	황동(Brass)	10 ~ 14
구리(Cu)	구리(Cu)	10 ~ 14
	철(Fe)	10 ~ 14
	아연(Zn)	5 ~ 7
니켈(Ni)	철(Fe)	10 ~ 14
	황동(Brass)	10 ~ 14
	구리(Cu)	10 ~ 14
주석 (Sn)	철(Fe)	10 ~ 14
	구리(Cu)	10 ~ 14
	황동(Brass)	10 ~ 14
은(Ag)	철(Fe)	0.7 ~ 1
	철(Fe)	10 ~ 14
	황동(Brass)	10 ~ 14
아연 (Zn)	구리(Cu)	10 ~ 14
	철(Fe)	10 ~ 14
	황동(Brass)	10 ~ 14
금(Au)	니켈(Ni)	0.5 ~ 0.7
	황동(Brass)	0.5 ~ 0.7
	구리(Cu)	0.5 ~ 0.7

표준시편은 면적당 중량법으로 도금되었으며 ±5%의 오차를 가지고 있습니다. 전해식 도금두께측정기 표준시편(Coating Thickness Standard)은 계기가 정확히 작동할 수 있도록 계기를 검증하는 역할을 합니다. 아날로그식 타사의 전해식 도금두께 측정기와 달리, 디지털 타입의 전해식 도금두께 측정기 CT-2는 전류값의 제어를 마이크로프로세서에서 제어합니다. 따라서, 한 개의 도금시편으로 교정하면 이외 다른 도금 측정에서도 일괄적으로 적용되므로 정확한 측정값을 보증하게 됩니다. 따라서, 사용하시는 모든 도금 시편을 다 구입할 필요는 없습니다.



## Wire Tester

본사의 전해식 도금두께측정기에 Wire Tester를 장착하면 굵기가 일정한 원형막대, 사각막대, 작은 조각 등을 도금두께와 중량을 측정할 수 있습니다.

Wire종류의 도금두께측정을 위해서는 X선 두께측정기 등과 같은 고가의 장비를 필요로 하지만, 전해식 도금두께측정기는 Wire Tester을 장착만으로 도금두께를 측정할 수 있습니다.

CT-3에서는 사용자가 직접 아래와 같은 공식에 의해 두께를 환산해야 합니다.

GTC-311과 CT-2는 내장된 마이크로 프로세서가 측정 샘플의 두께측정이 끝남과 동시에 자동적으로 계기에서 계산하여 도금두께수치를 직접 표시하여 줍니다.

실제로 작용된 예를 들어보면 클림, 동도금한 용접봉, Sn-Pb 도금된 Wire 등의 도금두께측정에 사용되며, 이외에도 다양하게 응용할 수 있습니다.

$$W = \frac{3.03}{\text{Wire 직경(mm)} \times \text{전해할 Wire길이(mm)}}$$

원형 WIRE

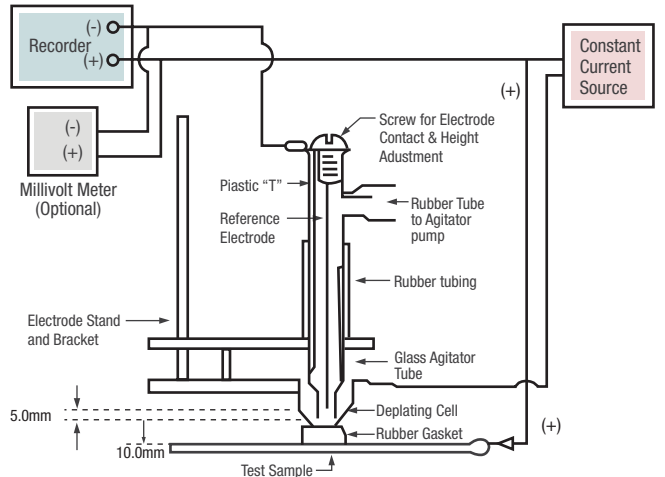
$$W = \frac{4.76}{\text{가로 + 세로(mm)} \times \text{전해할 Wire길이(mm)}}$$

사각 WIRE

$$W = \frac{9.51}{\text{전해할 면적 길이(mm}^2\text{)}}$$

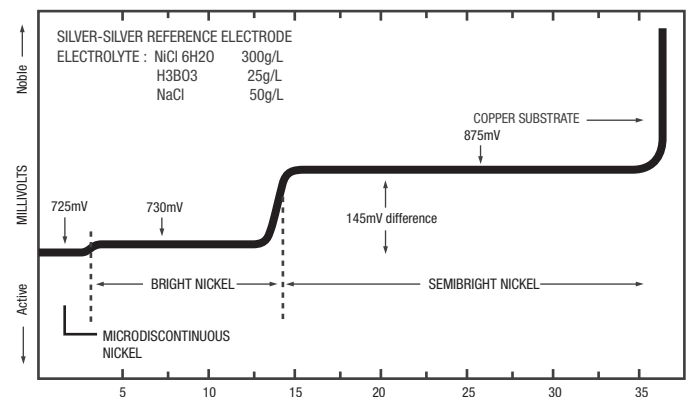
작은 부품

## 다층 니켈 도금두께측정(STEP Test)



STEP (Simultaneous Thickness and Electrochemical Potential determination of individual layers in multi-layer nickel deposit)은 ASTM(미국재료시험협회) B764-86에 의한 이중니켈도금의 품질 평가를 위한 방법으로써 니켈의 전위를 기록계로 기록하여 그래프 형태를 보고 각 층의 두께를 판단합니다.

GCT-311와 CT-2은 전극(백금, 은)을 장착하고 시약 K-82와 레코더를 통해 위와 같이 각 층의 전위그래프를 표시할 수 있습니다. 별도의 프린터(혹은 레코더)를 통해 다음과 같은 전위그래프를 볼 수 있습니다.



# 전해식 측정이론

## Sn/Cu 측정

순 Sn도금층
주석+동 합금층
Cu 소재층

	(1)	(2)
순 Sn도금층	K-47	K-50
	수치 X - 초기측정 시에 종점	
주석+동 합금층	K-50	K-50
	수치 Y - 두 번째 초기 측정시에 종점	
Cu 소재층	하지	

합금층 때문에 Sn/Cu의 측정은 2단계 방식을 취합니다. 우선 형성된 합금층의 주석을 계산해내고 이 숫자를 순수한 주석층의 도금 두께에 더합니다. 두 가지 측정 방식이 있는데, 첫 번째 단계는 (1)과 같습니다. 즉, 표면처리를 한 다음 기술된 대로 K-47 용액을 사용합니다. 한 번 측정이 시작되면 전해작용은 합금층 전에 멈추게 됩니다. 이때 지시된 수치는 순수한 주석층의 도금 두께와 같습니다.

다음 단계는 K-47을 뽑아 내어 물로 셀 내부를 세척한 다음, 용액을 K-47에서 K-50으로 바꾼 주석/ 구리입니다. CT-3의 경우 이 단계에서 감도 스위치를 Auto에서 2 또는 3으로 바꾸고 시작하며, 종점에서 지시된 수치는 Sn/Cu합금층의 수치이고, 하지만 구리가 나타납니다.

CT-2와 GCT-311은 디지털 장비이므로 자동으로 변환됩니다.

다른 방식은 K-50 용액만을 쓰는 것입니다. 처음 종점의 검출단계에서 순수한 주석층의 수치가 표시되고 잠시후 바로 두번째 합금층을 측정합니다. 종점의 두번째 단계에서 구리하지가 나타나게 됩니다.

구리 도금이 된 후 몇시간이 지나면 순수 산화물 막이 주석표면에 형성됩니다. 합금층도 주석이 구리로 된 하지에 확산되면서 증가합니다.

K-47은 합금층을 전기분해하지는 못하며, 순수한 주석층만 전기분해합니다. 따라서 같은 측정물을 몇시간 동안 계속 해서 측정하면 순수한 주석층과 합금층의 비율이 변하게 되며, 측정치가(순수한 주석층의 도금 두께) 조금씩 떨어지게 됩니다. 산화물질의 표면을 여러 차례 문질러도 측정치가 떨어집니다. 도금 두께 시험기의 표준교정시편도 마찬가지입니다.

그러나 산화물질이 일단 제거되면 주석이 확산하더라도 순수한 주석층 + 합금층에 함유된 주석의 양은 고정되어 있습니다. K-47의 전기분해력은 산화물에 대해서는 매우 약하므로 측정을 시작하기 전에 산화 막을 제거해야 합니다. 그렇지 않으면 전기분해가 일어나지 않거나 중단됩니다. 계속된 전기분해 기능의 문제로 부정확한 측정 문제가 일어날 때가 있으므로 특별한 주의가 필요합니다.

K-47은 알칼리성이기 때문에 알루미늄, 구리, 황동을 측정할 때는 동-철을 매우 안정적이게 측정하지만, 표면상태가 나쁘거나 합금층일 경우에는 아래층까지 전기분해될 수 있습니다.

K-50은 산성이라서 산화된 표면, 동, 합금층은 측정을 잘 할수 있으나, 감도가 낮을때는 측정에 주의해야 합니다. Wire-Tester안에서뿐 아니라 가스켓 안에서도 측정이 가능합니다.

전해식 도금두께측정기로 주석을 측정할 경우 측정가능한 전해액



**K-47**  
동을 전해하지 않으므로, 동 성분이 발견되면 전위가 급격하게 상승하므로 순수 주석층만을 측정합니다.



**K-50**  
동 층도 전해하는 특징을 가지고 있습니다. 동 성분이 발견되면 전위는 상승하지만 K-47에 비해 전위차가 적고, 계기의 감도를 올려두지 않으면 정지하지 않고

합금층까지도 용해합니다. 그러나, 순수 주석과 합금층, 합금층과 순수한 동과의 각각의 경계에서 전위 변화가 있으므로 계기의 감도를 적절하게 올려두면 측정을 정지시킬수 있습니다.

두 전해액으로 순수한 주석 층과 합금층의 두께를 측정할 수 있습니다. 그러나, 합금층의 측정치는 주석과 동의 양쪽의 값에 영향을 받고 이 합금비는 깊이에 따라 일정하지 않습니다. 동선상의 주석도금에서 합금층만을 전해한 전해액에 녹아있는 동과 주석을 분석하여 본 결과 대략 “동=약 61% , 주석=약 39%”의 값이 나온다는 결과를 얻었습니다. 이 값은 한 예일 뿐, 다른 모든 도금 방법, 도금 온도, 샘플의 형태, 소재의 재질, 도금후의 보관 온도, 등에 의한 변화에 모두 적용할 수 있다고는 볼 수 없습니다.

## 전해식과 형광X선 도금두께측정기

보통 형광X선 도금두께측정기는 측정하기 어려운 비파괴측정에 사용됩니다.

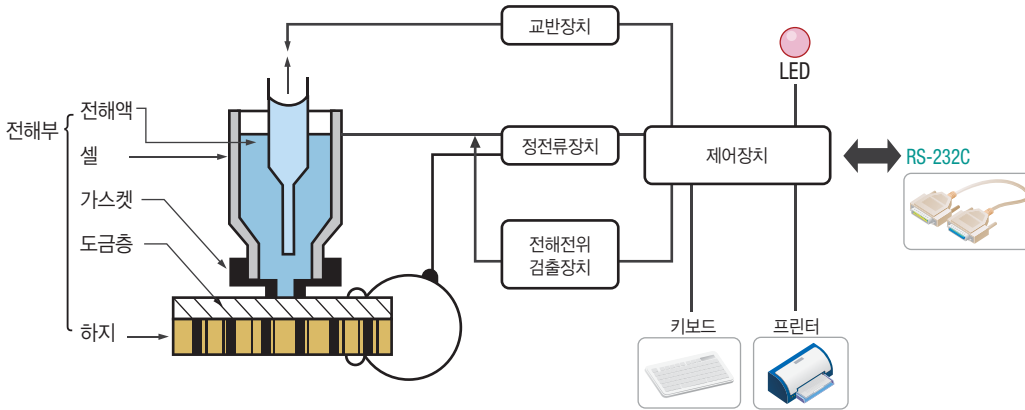
추가적으로 측정된 도금두께의 검증을 위해 전해식 도금두께측정기를 사용함으로써 더욱 신뢰할 수 있는 데이터를 얻을 수 있습니다.

형광X선 도금 두께측정기는 측정샘플과 일치하는 도금과 하지의 성분, 두께, 합금비율, 거칠기 등의 확인된 특별한 표준시편이 있어야만 정밀한 도금 두께측정이 가능합니다. 이러한 것은 일반적인 도금두께 측정현실과는 거리가 있습니다. 극히 드문 예지만 특수한 성분의 도금 혹은 피막 (합금, 화합물, 산화물, 피막)인 경우는 메이커로부터 표준시편 공급이 불가능한 경우도 있습니다.

형광X선 도금두께측정기는 측정물의 표준시편과 비슷한 원자번호를 가지고 있는 다층 도금, 거친 표면의 도금, 약간의 일정하지 않은 합금비율 등을 측정합니다. 이와 같은 경우 형광X선 도금두께측정기는 각각 도금 측정값에서 보통의 도금보다 큰 편차를 가지는 특징이 있기 때문에 정확한 측정값을 얻기 힘듭니다. 그래서 표준시편을 만드는 여러 가지 방법들 중에서 간편한 전해식 도금두께측정기로 만든 적절한 표준판을 사용함으로써 보다 정밀한 측정값을 얻을 수 있습니다. 정밀한 전해식 도금두께측정기를 형광X선 도금두께측정기와 함께 사용한다면 측정된 측정값의 신뢰도는 향상될 것이며, 귀사에 대한 고객의 믿음은 확신을 가지게 될것 입니다.

# 전해식 측정이론

## 계기구성



전원의 변화에 측정값이 영향을 받지 않도록 직류를 발생시키는 정전류 장치에는 전해전위 검출장치가 연결되어 있는데, 도금층이 모두 전해되었을 때 발생하는 전위차가 극대화되는 지점을 찾고 그 값을 증폭하여 하지포인트가 발견되었을 때에 그 값을 통제부로 전송합니다.

통제부는 마이크로 컴퓨터와 메모리로 구성되었고 계기의 각부분을 통제하고, 시스템의 동작에 따라 LED와 LCD 혹은 프린터로 메시지를 출력합니다.

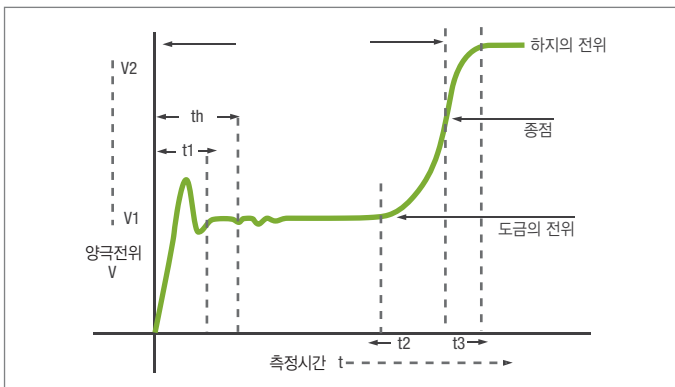
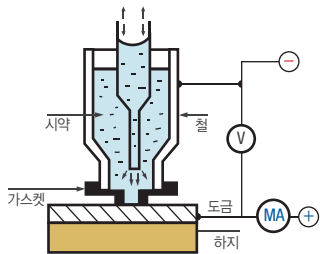
## 측정원리

일정한 도금면적을 일정한 전류에서 양극 전해하면, 도금을 용해하는 시간이 두께에 비례하게 됩니다. 이와같은 패러데이의 법칙(FARADAY'S LAW)을 응용하여 도금두께를 측정합니다. 다시말해, 금속이 양극전해되었을 때, 전해된 물질의 양(두께)은 도금을 전해하는 데 필요한 시간과 전해전류에 비례하고 전해되는 면적에 반비례합니다. 이를 공식으로 정리하면 오른쪽과 같습니다.

$$t = \frac{\epsilon In}{AM} \times T$$

- t = 금속의 두께
- A = 전해면적
- M = 금속의 밀도
- I = 전류량
- T = 양극전해 시간
- $\epsilon$  = 1쿨롱당 금속용해량  
(금속 1g당량을 용해하는데는 96,500쿨롱이 필요)
- n = 전해액의 양극전류 효율 = 100%

전해식 도금두께측정기는 특정한 금속에 반응하는 시약으로 도금층을 전해합니다. 이 시약을 통하여 전류를 흘려보내고 도금층과 하지 사이에 흐르는 전위차를 지속적으로 감지합니다. 도금층이 전해되기 시작하면서 하지를 만나기 시작하면서 전위차가 나타나기 시작하고, 도금층이 모두 전해되면 전위차가 극대화되는데 계기는 여기서 멈추게 되고 이를 도금두께의 측정 단위로 환산하여 표시합니다.



- t1 : 계기를 작동시켜 도금의 전위가 안정될 때까지 변화하는 시간
- th : 불감시간은 전위변화 때문에 발생하는 불안정한 작업을 회피하는 시간
- t2 : 최초로 하지가 드러났을 때부터 계기 측정값이 끝나는 점을 발견하는 시간
- t3 : 남아있는 도금층을 감안하여 완벽하게 전해하는 시간
- T : 측정시간을 환산하여 두께값을 표시 셀은 전해액(시약)으로 채워지게 되고 측정하는 면적은 가스켓의 크기에 따라 결정됩니다. 교반장치는 분해된 도금 성분이 아래로 가라앉는 것을 막기 위해 시약을 흔들어 주는 기능을 하여 보다 정확한 전위차를 찾을 수 있도록 도와줍니다.

## 측정시약



셀(CELL) 안에 들어가는 약 1.5cc의 시약으로 측정가능한 두께는 도금과 하지의 종류에 따라 차이가 있지만, 약 20-30 $\mu$ m입니다. 이 계기에 사용되는 시약은 항상 양극전류효율이 100%를 유지할 수 있도록 특별히 만들어진 것입니다. 따라서 특허를 받은 교반전해방식은 최악의 상황에서도 측정의 안정성을 보장해 줍니다. 전기가 흐르지 않으면 시약은 측정물에 어떠한 반응도 하지 않습니다. 시약이 새지 않는다면 측정샘플은 시약에 의해서 손상되지 않습니다. (측정부분 제외) 측정할 대상물에 붙어 있는 먼지, 기름, 부식은 측정시에 전해를 방해합니다. 이러한 것이 묻어있는 경우에는 세척액(CLEANING SUSPENSION)를 이용하여 닦아낸 다음 물로 씻어냅니다.

산성	K-51, K-52
중성	그외의 시약
알칼리성	K-47, K-64

온도가 낮아지면 결정으로 변하는 일부 시약은 중탕하면 재 사용이 가능합니다. 시약은 재사용해선 안됩니다. 측정이 끝나면 매번 사용한 용액은 폐기합니다. 그러나, Wire-Tester에 사용된 시약은 포화되기 직전까지 여러번에 걸쳐 사용 가능합니다. 시약을 폐기할 때는 물로 희석시켜 강도를 약하게 합니다. 크롬도금의 시약의 경우에는 Chromi  $\mu$ m Drain System을 쓰고, 다른 종류의 시약에 대해서는 산성/알칼리성 Drain System이나 500배의 물로 희석시킵니다.

# 전해식 측정이론

## 전해식 도금두께측정기 비교사양

계기명		 CT-3	 CT-2	 GCT-311
화면	조작방법	아날로그	디지털	디지털
	표시방법	LED 3행	액정 - 40자 4행 LED - 4자	컴퓨터 모니터
	표시내용	두께값수동소수점단위(2종류)	두께값, 자동소수점, 도금명/하지, 단위(4종류), 전해액표시, 가스켓, 부착량, 통계처리, 연월일, 로트번호, 회사명/부품명	두께값, 자동소수점, 도금명/하지, 단위(4종류), 전해액표시, 가스켓, 부착량, 용해량, 표면처리방법, 전해그래프, 통계처리, 막대그래프 연월일, 로트번호, 회사명/ 부품명
	대화식	×	○	○
측정	측정범위	0.006 ~ 300 $\mu$ m		
	가스켓	A · B · C		
	측정면적	3.4, 2.4, 1.7 mm $\phi$		
	표시단위	$\mu$ m, nm	$\mu$ m, nm, mil, MI	
정	전해속도(nm/Sec)	125, 12.5, 1.25 / 3단계		
	직독도금선택	11종류	17종류	19종류
	교정설정/교정범위	수동계산	자동계산(1~4설정)	자동계산(1~9설정)
	전위그래프	$\pm$ 15%	자동측정 $\pm$ 15%	자동측정 $\pm$ 15%
특수도금	흑크롬	수동계산	직독	자동보정
	무전해니켈			
	Sn-Pb			
	Zn-Sn			
	In			
	Cu-Sn 합금	자동보정		
설정	레벨미터/ 밸런스미터	LED / 12분해	측정중표시 / 16분해	측정중표시 / 13분해
	감도	자동 / 1~5단계	자동선택 / 1~11단계	자동선택 / 1~8단계
	불감시간	감도와 연동	1~30초 / 수치입력	40초(CNT) / 수치입력
	활성전류	1종류고정	2종류고정	가변(0~10mA)
	전류시간제어	수시	자동설정표시	자동설정표시
	전위그래프	외부레코더 출력	외부레코더 출력	모니터 표시/ 프린터 출력
	다중도금설정	수동설정	프로그램입력 / 자동설정	
정	설정 전해액 표시	×	자동선택 / 프로그램입력	자동선택 / 프로그램입력
	정지값설정	×	○	○
	두꺼운도금	수동가산	자동적산	자동적산
	설정전해표시	×	×	○
	자동리셋	○	○	○
	Wire 측정	수동	자동설정	자동설정
			평균, 막대그래프, 최대값, 최소값, 표준편차, 상한값, 하한제한	
통계	표시내용	×		
	프린터인쇄	×	○	○ (PC 프린터)
	RS-232출력	×	○	USB로 PC연결
계	채널 데이터	×	64CH	50CH
	통계처리	×	○	○
	각 채널당 통계 처리	×	9999	무제한
	총 데이터저장 능력	×	37000	무제한

# 전해식 측정이론

## ◦ 측정 가능한 도금 / 하지 조합

도금 / 하지	Zn	Sn	Cu	Ni	Cr	Ag	Au	Cd	Fe	Co	Pb	In	BRS	SPb	Nip	Bcr	PMA	SZn
Fe	46	47	44/52	54	51	44		45		54	55	59	44	44	57	51	54	47
Sn	46					48					55							
Cu	46	47/50		54	47	48	56	45	51	54	55	59		※		47	54	47
Ni	46	47	44	82	51	48G	56	45			55	59	44	44		51		47
Zn			52		58											58		
Ag	46		44				56				55	59						
Al	46	51	44	54	51	44		45	54	54	55		44	44	57	51		
Cd	46	47	44		47											47		
NC	46	47	44/52	54	51	44	56	45	54	54	55	59	44	44	57	51	54	47
Co	46	47	44		47	44	56				55	59	44	44		47		
Pb			52		47											47		
W	46	47	44	54		44		45		54	55	59	44	44	57			
BRS	46	47	52	54	47	48	56	45	54	54	55	59		※		47	54	47
U			44	54		44				54			44		57			
NiP	46	47	44			48G	56				55	59	44	44				
Mo	46	47	44	54		44				54	55	59	44	44	57			
PMA	46	47	44	54	51	44	56			54	55	59	44	44	57	51		47
SLS	46	47	44	54	51	44				54	55	59	44	44	57	51		
NS	46	47			47	48G	56					59	44	44		47		47
INC	46	47		54	51	48G	56				55	59	44	44		51		47
KOV	46	47	44	53	47	44	56			56	55	59	44	44	57	47		47
AIB	46	51	44	54		44				54	55		44		57			
Bcu	46	47	52	54		48	56			54	55	59		※				
FeA	46	47	44	54		44				54	55	59	44	44	57			

• Sn-Pb는 합금 비율에 따라 시약이 다릅니다. 아래의 표를 참조하십시오.

PB(%)	0~30	30~50	50~90	90~100
시약	50,40	44,49	50,49	55,49



# CT-3



## 직관적인 인터페이스의 보급형 모델

- ▶ 부품 검사용 보급형모델
- ▶ 직관적인 사용자 인터페이스
- ▶ 최소 측정분해능 0.001 $\mu\text{m}$
- ▶ 측정도금 7종류
- ▶ 최소 측정면적 1.7 mm<sup>2</sup>

### Feature

- 직관적인 스위치와 심플한 버튼만으로 간편한 측정가능
- 초보자도 간단한 교육만으로 어느 누구나 쉽게 측정
- 단층뿐만 아니라 형광X선 방식을 제외한 다른 측정법으로는 불가능한 다층 및 합금도금의 정밀한 도금두께를 측정
- 타사 제품과 비교하여도 저렴하지만, 더 많은 기능과 안정된 성능을 자랑
- 비파괴식으로 측정하기 어려운 30 $\mu\text{m}$  이상의 두꺼운 도금 두께도 측정가능
- 측정할 도금에 맞게 선택 스위치를 선택하고 해당하는 시약을 넣기만 하면 즉시 측정



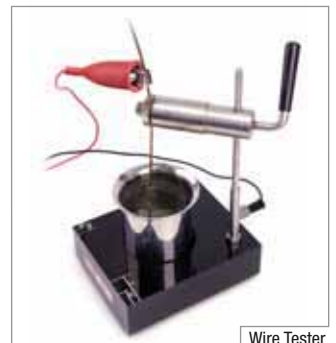
각종 시약

- 잦은 고장의 원인인 모터교반 장치와 달리, 잔고장을 원천적으로 해결한 내화학성 고무투브와 연결된 에어 교반 방식을 채택
- 에어교반 방식은 도금두께 측정시 높은 효율을 유지시켜 주고, 시약의 전해 균일성을 향상시킴



에어튜브

- Wire-Tester를 사용하여 클립, 용접봉과 같은 원형철사 및 사각봉과 같은 Wire를 수동계산으로 측정(읍선)



Wire Tester

- 나노미터(nm), 미크론( $\mu\text{m}$ ) 단위로 표시하며 0.006 ~ 300 $\mu\text{m}$  폭넓은 측정범위



측정값 표시화면

- 일본 특허 기술인 측정대를 사용, 평판, 원형, 가는 물체, 휘어지거나 복잡한 표면, 작은샘플 등 다양한 형태의 샘플 측정 가능



샘플 측정대



## Application

- 본 계기는 프린트 기능이 없으므로 회사자체 품질검사용, 납품된 샘플의 입고검사용으로 적합
- 손톱깎기, 가위 등의 기구, 공구 등의 품질검사 및 제품공정중 자체확인용으로 사용



- 볼트, 너트, 못 등에 쓰이는 전기아연 도금 측정



- 고가의 측정기가 아니면 불가능한 Wire 등 작은샘플도 저렴한 비용으로도 측정가능



- 자동차, 오토바이부품, 건설관련 장비 등과 같은 기계부품의 도금두께를 측정에 용이



- 수지, 플라스틱 위의 각종 도금을 측정



- 볼과 같은 원형의 도금도 측정



## Specification

모 델	CT-3		
제 조 사	ELEC FINE (Japan)	발란스미터	12분해
측정방식	접촉 파괴식	감 도	자동선택 (수동시 1~5단계)
측정원리	전해식 측정방식 (Coulometric Method)	불감시간	감도와 연동
화면표시	액정 LED, 3행	활성전류	1종류 고정
표시내용	두께측정 데이터, 자동 소수점 (2종류)	합금도금	흑크롬, 무전해니켈, Sn-Pb, Zn-Sn, Sn-Cu(합금층) 수동설정
측정가능한 도금	Au, Ag, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, Zn, Al, 합금 등 17종류의 도금	다층도금설정	사용자설정
교반방식	AIR 진동	WIRE 측정	수동계산최소직경 0.05 mm 이상의 원형, 사각형 Wire 측정가능 (옵션)
사용 가스켓	A, B, C	측정데이터저장	불가
측정범위	0.006 ~ 300 μm	통계처리	불가
최대분해능	0.001 μm	인쇄기능	불가
정 밀 도	계기 : 1% 표준시편 : 5%	승인규격	ISO 2177, ASTM B504-82, MIL, DIN 50932, 50955, JIS H8501, H8610-8619
측정단위	0.1, 0.01, 0.001 μm	전 원	AC 230V ±10%, 50 / 60 Hz, 20W
측정면적	1.7, 2.4, 3.4 mm <sup>2</sup>	크 기	121×240×181 mm
전해속도	125, 12.5, 1.25 (nm/Sec)	중 량	3 Kg
교정범위	± 15%		
레벨메터	LED		



# CT-2



## 전해식 도금두께 측정기의 표준

- ▶ 혁신적 기술의 국내 최대 판매모델
- ▶ 첨단 디지털 방식의 프린트, 데이터 저장, 통계기능
- ▶ 고장이 없는 에어교반방식, 합금도금, Wire측정
- ▶ 최소 측정분해능 0.001 $\mu\text{m}$
- ▶ 측정도금 17종류
- ▶ 최소 측정면적 1.7 mm<sup>2</sup>

### Feature

- 성능과 가격, 두가지 모두 만족하는 디지털 타입의 히트모델
- 단층, 다층, 합금도금의 정밀한 두께 측정
- 평판뿐만 아니라 원형, 가는 물체, 휘어지거나 복잡한 표면도 측정이 가능
- 측정순서대로 각종 상황을 설명하는 LCD 표시
- 마이크로프로세서를 내장, 각종 연산과 데이터 저장기능 수행
- 표준교정시 측정후 교정값을 자동계산하여 교정

- 일본특허기술인 측정대를 사용, 평판, 원형, 가는 물체, 휘어지거나 복잡한 표면, 작은샘플 등 다양한 형태의 샘플을 측정 가능
- 전해속도를 조절할 수 있어 짧은 측정 시간 및 nm단위의 정밀한 측정도 가능
- 평균, 표준편차, 최소값, 최대값 등의 각종 통계데이터, 회사명, 측정날짜 등 출력기능
- RS-232포트로 연결하여 소프트웨어 CT-2 Data Logger를 사용하면 컴퓨터에서 데이터 확인(저장)



측정대

- 잦은 고장의 원인인 모터교반 장치와 달리, 잔고장을 원천적으로 해결한 내화학적 고무튜브와 연결된 에어교반 방식을 채택
- 측정조건을 설정하는 채널을 64개 까지 저장할 수 있으므로 측정할 때마다 도금/하지 등을 설정할 필요가 없음
- Sn / Cu 측정시 Pure Sn층 및 Sn-Cu 합금의 도금두께측정

- 에어교반 방식은 도금두께 측정시 높은 효율을 유지시켜 주고, 시약의 전해균일성을 향상시킴
- 각종 도금마다 전해액, 감도 등의 까다로운 설정을 자동으로 설정



측정화면

- Wire-Tester를 사용하여 클립, 용접봉과 같은 원형철사 및 사각봉과 같은 Wire를 자동계산측정



전용 프린터



Wire-Tester

- 데이터 프린트 / 통계기능으로 체계적인 품질관리를 가능
- 프린터기능은 제품출고시 성적서의 증빙데이터로 사용
- 각 채널에 각각 최대 9999개까지의 측정 데이터 저장 및 출력기능



다중 니켈도금두께 측정



## Application

- 프린트 기능으로 외부 성적서 증빙서류 제출용으로 적합



- 납땀된 샘플의 수입검사용도
- 자동차, 오토바이부품, 건설관련 장비 등과 같은 기계부품의 도금두께 측정에 용이
- 손톱깎기, 가위 등의 기구, 공구 등의 품질검사 및 제품공정중 확인용으로 사용
- Zn-Sn, Sn-Pb 합금도금두께측정
- 반도체 공정 TAP, COF에서 합금층을 제외한 순수한 주석(Tin)층만 측정가능

- X선과 같은 비파괴 도금두께측정기의 측정값을 검증

- 비파괴식 두께측정기의 표준판 제작

- 전기, 전자부품, 식기 등에 쓰이는 금, 은도금을 측정

- 볼트, 너트, 못 등에 쓰이는 전기아연 도금 측정



- 수지, 플라스틱 위의 각종 도금을 측정



- 볼과 같은 원형의 도금도 측정

- 고가의 장비 아니면 측정할 수 없는 Wire 형태의 샘플도 Wire Tester를 사용하여 측정(옵션사항)



RS-232로 출력가능

- 다중니켈의 전위측정(STEP)으로 각종의 두께확인(옵션사항)



## Specification

모델	CT-2	
제조사	ELEC FINE (Japan)	
측정방식	접촉 파괴식	
측정원리	전해식 측정방식 (Coulometric Method)	
측정가능한 도금	Au, Ag, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, Zn, Al, 합금 등 17종류의 도금	
표시내용	두께값, 자동소수점, 도금명/하지, 단위(4종류), 전해액표시, 가스켓, 부착량, 통계처리, 연월일, 로트번호, 회사명/부품명	
화면표시	액정 - 40자 4행, LED - 4자	
교반방식	AIR 진동	
사용 가스켓	A, B, C	
측정범위	0.006 ~ 300 $\mu$ m	
최대분해능	0.001 $\mu$ m (측정 범위에 따라 다름)	
정밀도	계기 : $\pm 1\%$ / 표준시편 : $\pm 5\%$	
측정단위	0.2, 0.1, 0.04, 0.02, 0.01, 0.004, 0.002, 0.001 $\mu$ m 로 단위표시 가능	
측정면적	1.5, 2.4, 3.4 mm <sup>2</sup>	
전해속도	250, 125, 50, 25, 12, 5, 2.5, 1.25, nm / SEC	
교정범위	자동측정 $\pm 15\%$	
레벨메타	측정중 표시	
발란스미터	16분해	
감도	자동선택 (수동시 1~11단계)	
불감시간	감도와 연동	
활성전류	2종류 고정	
합금도금	흑크롬, 무전해니켈, Sn-Pb, Zn-Sn, Sn-Cu(합금층) 자동보정	
다중도금설정	자동화면표시	
WIRE 측정	자동계산최소직경 0.05mm 이상의 원형, 사각형 Wire 측정가능 (옵션)	
파일/측정데이터	64개 / 37,000 데이터 저장가능	
통계처리	평균, 막대그래프, 최대값, 최소값, 표준편차, 상한, 하한값	
출력	전용프린터, RS-232	
승인규격	ISO 2177, ASTM B504-82, MIL, DIN 50932, 50955, JIS H8501, H8610-8619	
전원	AC 230V $\pm 10\%$ , 50 / 60 Hz, 20W	
크기	400 $\times$ 350 $\times$ 200 mm	
중량	3 Kg (본체)	

# GCT-311



## PC기반의 최고급 전해식 모델

- ▶ 편리한 한글 프로그램 구현
- ▶ PC를 사용하여 데이터 저장 및 각종 통계처리의 관리용이
- ▶ 최소 측정분해능 0.001 μm
- ▶ 측정도금 19종류
- ▶ 최소 측정면적 1.7 mm<sup>2</sup>

### Feature

- 다층니켈의 전위측정(STEP)그래프의 두께를 컴퓨터 모니터에서 직접 확인 및 저장, 인쇄가능 (옵션사함)
- 컴퓨터 모니터 상에서 측정부의 표면 처리방법 확인
- Microsoft사의 EXCEL로 간편하게 변환하여 컴퓨터 프린터로 성적서 출력
- 데이터 프린트 / 통계기능을 자체 프로그램으로 체계적인 품질관리를 가능



- 최대 5층까지 다층도금을 측정가능
- 평판뿐만 아니라 원형, 가는 물체, 휘어지거나 복잡한 표면도 측정이 가능
- Sn / Cu Base 측정시 Pure Sn 층 및 Sn-Cu 합금의 도금두께측정



니켈도금두께측정

- 평균, 표준편차, 최소값, 최대값 등의 각종 통계데이터, 회사명, 측정날짜 등 출력기능
- 상한값, 하한값 설정이 가능하며 이상, 이하값 발생시 경고표시
- 각 채널 별로 데이터 저장 및 출력기능

- Wire-Tester를 사용하여 클립, 용접봉과 같은 원형철사 및 사각봉과 같은 Wire를 자동계산측정(옵션)



Wire-Tester

- 잦은 고장의 원인인 타사의 모터교반 장치와 달리, 잔고장을 원천적으로 해결한 내화학성 고무튜브와 연결된 에어교반방식을 채택



에어튜브

- 에어교반 방식은 도금두께 측정시 높은 효율을 유지시켜 주고, 시약의 전해균일성을 향상시킴

- 전해속도를 조절할 수 있어 짧은 측정 시간 및 nm단위의 정밀한 측정도 가능

- 표준교정시 측정후 교정값을 컴퓨터 프로그램이 자동 계산처리



표준시편

- 각종 도금마다 전해액, 감도 등의 까다로운 설정을 자동으로 설정

- 채널 50종류의 측정조건을 설정, 저장하므로 측정할 때마다 도금/하지 등을 설정할 필요가 없음



측정모습

# GCT-311

## Application

● PC를 사용한 외부 성적서 직접 출력

● 납품된 샘플의 수입검사용



● 기계, 자동차, 건설관련 제품, 부품 등의 측정



● 비파괴식 두께측정기의 표준판 제작

● 전기, 전자부품, 식기 등에 쓰이는 금, 은도금을 측정

● 볼트, 너트, 못 등에 쓰이는 전기아연 도금 측정



● Zn-Sn, Sn-Pb 합금도금두께측정



● 반도체 공정 TAP, COF에서 합금층을 제외한 순수한 주석(Tin)층만 측정가능

● 다층 니켈의 전위측정(STEP)으로 각종의 두께확인(옵션사항)



● 수지, 플라스틱 위의 각종 도금을 측정



● 불과 같은 원형의 도금도 측정

● 고가의 장비 아니면 측정할 수 없는 Wire 형태의 샘플도 Wire Tester를 사용하여 측정(옵션사항)

● X선과 같은 비파괴 도금두께측정기의 측정값을 검증



## 측정화면



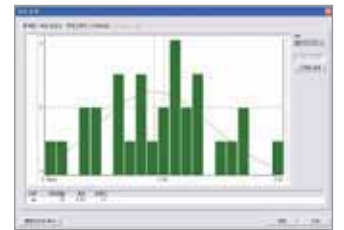
측정화면



측정조건설정화면



전위측정화면



히스토그램

## Specification

모델	GCT-311	
제조사	ELEC FINE (Japan)	
측정방식	접촉 파괴식	
측정원리	전해식 측정방식 (Coulometric Method)	
측정가능한 도금	Au, Ag, Cd, Cr, Cu, Ni, Pb, Sn, Zn, Al, 합금 등 19종류의 도금	
표시내용	두께값, 도금명/하지, 단위(4종류), 전해액표시, 가스켓, 측정연월일, 로트번호, 화사명/부품명	
화면표시	컴퓨터 모니터	
교반방식	AIR 진동	
사용 가스켓	A,B,C	
측정범위	0.006 ~ 300 μm	
최대분해능	0.001 μm (측정 범위에 따라 다름)	
정밀도	계기 : ± 1% 표준시편 : ± 5%	
측정단위	0.2, 0.1, 0.04, 0.02, 0.01, 0.004, 0.002, 0.001 μm 로 단위표시 가능	
측정면적	1.5, 2.4, 3.4 mm <sup>2</sup>	
전해속도	250, 125, 50, 25, 12, 5, 2.5, 1.25, nm / SEC	
교정범위	자동측정 ± 15%	
레벨메터	측정중 표시	
표시단위	μm, nm, mil, MI	선택가능측정 후 g/m <sup>3</sup> 표시가능
감도	자동선택 (수동시 1 ~ 8단계)	
불감시간	0~40 Sec	
사용온도	+10℃ ~ +40℃	
합금도금	흑크롬, 무전해니켈, Sn-Pb, Zn-Sn, Sn-Cu(합금층) 자동보정	
다층도금설정	자동화면표시	
WIRE 측정	자동계산최소직경 0.05 mm 이상의 원형, 사각형 Wire 측정가능 (옵션)	
파일/측정데이터	50개 / 하드용량까지 저장가능	
통계처리	평균, 막대그래프, 최대값, 최소값, 표준편차, 상한, 하한값, 통계설정갯수, 히스토그램, 꺾은선 그래프	
인터페이스	USB	
승인규격	ISO 2177, ASTM B504-82, MIL, DIN 50932, 50955, JIS H8501, H8610-8619	
전원	AC 100~230V ± 10%, 50 / 60 Hz, 20W	
크기	130×265×215 mm	
중량	4.5 Kg (본체)	

# X-Ray Fluorescence Coating Thickness Tester



**32** 형광 X-Ray 도금두께측정기 측정이론

**35** COSMOS-2X/ COSMOS-2X ECO

사용이 편리한 정밀 측정 시스템

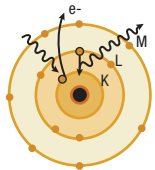
**37** EX-3000 Auto/ EX-3000 Manual

다량, 반복 측정 최적의 시스템



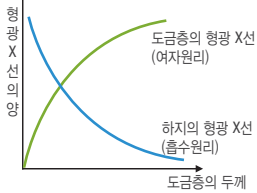
# 형광 X-Ray 측정이론

## 측정원리

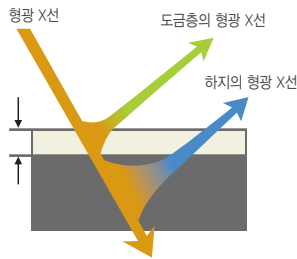


X선이 어떤 물질에 복사되면 그 물질의 원소가 가지고 있는 독특한 X선이 방출되는데 우리는 이것을 형광 X선이라합니다.

이때 물질의 원소를 알 수 있으며, 이미 도금두께를 알고 있는 샘플(표준시편)과 측정샘플을 비교하여 정확한 도금 두께를 측정할 수 있습니다. 도금두께에 따라 도금층에서 반사되는 형광 X선량이 다릅니다.



- 여기법(Excitation Method)  
도금층에서 나오는 형광 X선이 도금 두께가 두꺼워 지면 증가하기 때문에 도금층의 형광 X선량을 측정하는데 쓰입니다.
- 흡수법(Absorption method)  
도금층이 두꺼워지면 하지에서 나오는 형광 X선이 줄어들고 형광 X선이 도금층에 흡수 할때 사용됩니다.



방출된 에너지의 양은 물질의 두께와 상관 관계를 가지고 있으므로, 하지의 물질과 도금의 두께를 측정하기 위해 형광 X선을 이용하게 되는 것입니다.

만약, 도금층의 밀도가 같다면 방사된 금속 고유의 에너지량은 도금층의 두께에 비례합니다.

다양한 물질들과 원자의 수, 입사광선의 충격으로 방출된 에너지층은 각 금속별로 다르게 나타납니다.

이 방식은 하지의 형광 X선량을 측정하는데 쓰입니다. 이 두 가지의 방법을 이용하여 파고변별기라는 회로에서 전기적으로 찾아냅니다.

여기에서 도금두께 또는 하지의 형광 X선 강도에 비례하는 만큼의 펄스가 출력됩니다. 이 펄스의 수를 계측하는 것에 따라 형광 X선 도금두께측정이 되는 것입니다.

## X선 에너지 설정

도금과 하지의 스펙트럼 피크치가 30% 이상 떨어진 경우는, 측정대상물(도금은 여기법, 하지는 흡수법)의 스펙트럼 피크치의 ±16%를 에너지범위로 설정합니다. 도금과 하지의 스펙트럼 피크치가 가까운 경우에는 다음과 같이 설정합니다.

하지의 스펙트럼 피크치가 도금의 스펙트럼 피크치보다 낮은 경우는 하지금속의 스펙트럼 피크치 -16%와 하지의 스펙트럼 최고점 -16%를 에너지 범위로 설정합니다. (여기법 흡수법에서는 위의 경우와 반대로 하지와 도금을 반대로 바꿔 계산합니다.)

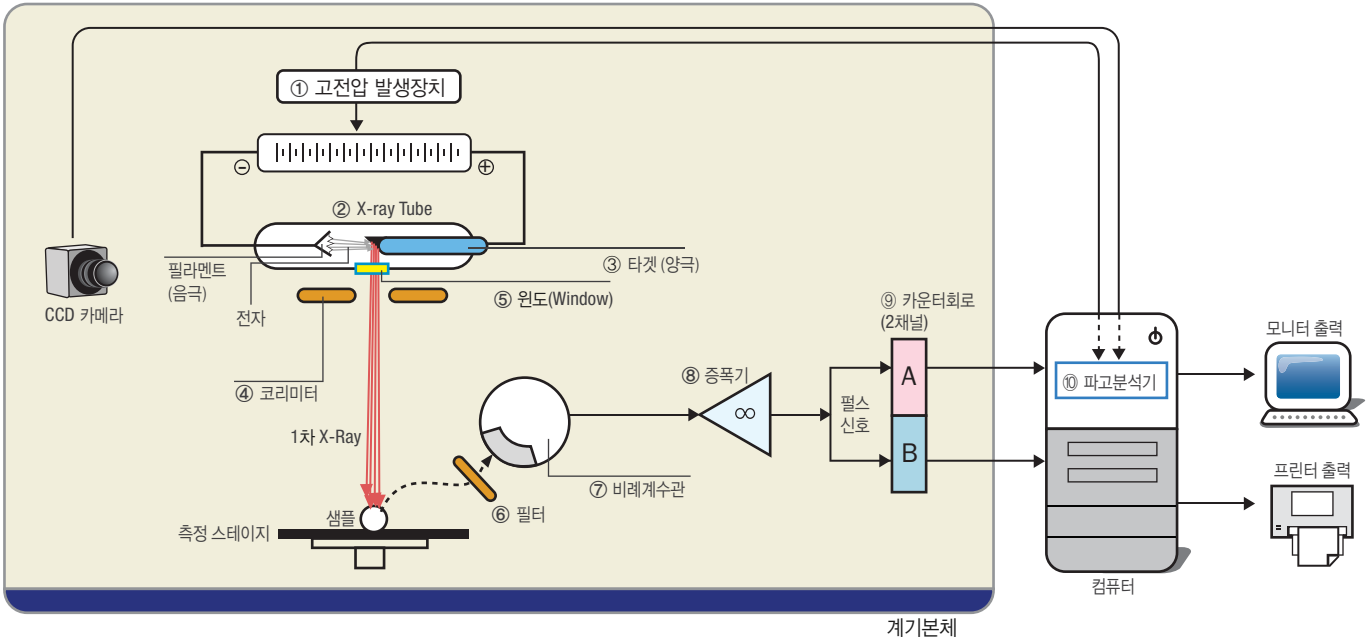
원자 번호	원소	에너지 (Kev)	스펙트럼 피크	원자 번호	원소	에너지 (Kev)	스펙트럼 피크
24	Cr	5.41	54	47	Ag	22.16	222
25	Mn	5.90	60	48	Cd	23.17	232
26	Fe	6.40	64	49	In	24.12	242
27	Co	6.93	69	50	Sn	25.27	254
28	Ni	7.48	75	51	Sb	26.36	264
29	Cu	8.05	81				
30	Zn	8.64	86				
31	Ga	9.25	94	73	W	8.15	82
32	Ge	9.89	100			9.34	96
33	As	10.54	108	74	W	8.40	84
34	Se	11.22	116			9.67	98
35	Br	11.92	123	77	Ir	9.17	93
38	Sr	14.16	145			10.71	110
40	Zr	15.77	160	78	Pt	9.44	96
41	Nb	16.61	168			11.07	114
42	Mo	17.48	176	79	Au	9.71	100
44	Ru	19.28	194			11.44	118
45	Rh	20.21	202	82	Pb	10.55	109
46	Pd	21.18	212			12.61	130

## 형광X선 도금두께측정기로 측정 가능한 도금/하지 조합

도금/하지	Au	Ag	Sn	Rh	Cd	Cr	Co	Cu	Ni	Fe	Zn	Pb	Pd	Pt	Plastic	Sn-Pb
Au	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	○	○
Ag	○	-	○	×	×	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	△
Sn	○	○	-	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	△
Rh	○	×	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
Cd	○	×	×	○	-	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○
Cr	○	○	○	○	○	-	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Co	○	○	○	○	○	○	-	○	×	×	○	○	○	○	○	○
Cu	○	○	○	○	○	○	○	-	▲	○	▲	○	○	○	○	○
Ni	○	○	○	○	○	○	×	○	-	○	○	○	○	○	○	○
Fe	○	○	○	○	○	○	×	○	○	-	○	○	○	○	○	○
Zn	○	○	○	○	○	○	○	▲	○	○	-	○	○	▲	○	○
Pb	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	▲	○	△
Pd	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○	○
Pt	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○	○
Al	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
C	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
F	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○
Ga	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○
Ge	×	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	×	○	○
Mg	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
Mn	○	○	○	○	○	×	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○
Mo	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Se	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○
Si	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
Ti	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
V	○	○	○	○	○	×	○	○	○	○	○	○	○	○	×	○
SUS304	○	○	○	○	○	○	×	○	○	×	○	○	○	○	○	○
Brass	○	○	○	○	○	○	○	▲	○	○	▲	○	○	○	○	○
Plastic	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	-	○

# 형광X-Ray 측정이론

## ● 기기 내부구성



① 고전압 발생장치(High Voltage Generator) 측정물의 도금에서 형광X선을 발생시키기 위해 X선을 조사할 에너지를 발생시키는 곳입니다.

보통 Sn(29.2KeV)의 경우 30Kev이상 필요하나 X선의 발생효율과 기술적 어려움으로 45~50KeV를 사용합니다. X선튜브의 전류는 히터 전압에 의해 조정됩니다. 이를 통해 전압을 일정하게 하고 전류를 조정한 후, X선량을 변동시켜 조사할면에 적절한 출력을 발생시킵니다.

② X선 튜브(X-Ray Tube) : 진공상태 튜브내의 가열된 음극(필라멘트)에서 방출되는 열전자가 음극과 양극 사이에 걸린 높은 전압 (30~50kV)에 의해 가속되고 양극(Target)에 충돌하여 X선이 발생합니다.

필라멘트에서 발생된 열전자는 양극에 걸려준 고전압에 의하여 가속되어 타겟에 부딪치게 됩니다. 이때 X선튜브는 높은 열을 발생시키므로 절연성과 열을 방출하기 위해 절연유(Insulating Oil)에 넣습니다. X선은 안정을 유지하기 위해 계속 발생 상태로 있으며, 제동된 전자는 운동 에너지에 해당하는 X선을 발생하며, 타겟에서 방사하지만 윈도우(Window) 이외로 나가는 것은 차폐됩니다.

③ 타겟(양극) : 튜브안에서 필라멘트(음극)에서 금속으로 이루어진 타겟(양극)으로 방출된 전자의 충격을 최대로 방사시키는 역할을 합니다. 가속전자의 대부분은 양극(Target)과의 1회 충돌로 완전히 정지하지 않으므로 일정한 파장을 갖는 X선을 발생시키지 못하고 연속적인 스펙트럼(Continuous Spectrum) 분포를 갖게 되며, 불연속

적인 에너지 스펙트럼을 나타냅니다. 이와 같은 불연속 스펙트럼은 가속전자가 타겟을 때릴 때, 타겟 원자의 내부 전자를 여기시키고, 그 자리에 빈자리를 만들게 되며, 외곽전자가 그 빈자리를 채우면서 발생하는 X선입니다. 이와 같은 원리로 발생하는 X선 에너지는 가속 전압에 의해 가속된 전자의 운동에너지에 해당하여 높은 가속 전압일수록 짧은 파장의 X선이 발생합니다.

$$\lambda = \frac{hc}{eV} = \frac{12.396}{V(\text{volt})} (\text{\AA})$$

V= 가속전압, h=플랑크 상수, c=광속

④ 코리미터(Collimator) : 타겟에서 발생한 X선을 일정한 면적으로 측정샘플에 조사시키는 역할을 합니다. 구경이 다른 각각의 코리미터를 자동 혹은 수동으로 바꾸어 측정면적을 변경시킵니다. 또한, 측정종료후 X선튜브를 막는 셔터(Shutter)의 역할도 겸하고 있습니다.

⑤ 윈도우(Window) : X선이 외부로 나오도록 되어 있는 윈도우는 X선을 잘 통과시켜 주면서 동시에, X선튜브 내부를 진공상태를 유지시켜 줍니다.

⑥ 필터(Filter) : 형광 X선 도금두께측정기에서는 X선 검출기로서 비례계수관을 사용합니다. 그러나 분해능이 ±16%정도이기 때문에 아연 위의 동이나, 은 위의 니켈 등 근접한 에너지의 X선을 분리해 내기 쉽지 않으므로, 금속박막을 이용한 필터를 사용하여 한쪽의 특수 X선을 선택적으로 흡수시키는 방법으로 측정합니다.

예를 들어, 하지와 도금의 스펙트럼이 겹쳐져 있는 샘플을 측정하는 경우에는 필터를 사용하여 하지(동)의 스펙트럼 에너지를 흡수시켜 측정합니다. 필터를 사용하면 동 스펙트럼이 1/20로 감소하고, 니켈에서는 1/2로 감소한다. 이것으로 니켈은 동의 영향을 보다 적게 받으므로 측정가능하게 되는 것입니다. X선 도금두께측정기는 A, B의 두가지 에너지 변별회로를 가지고 있으므로, 다층 및 합금측정을 할때, 시간단축을 위해서 필터를 설정 시킨채로 한 번에 측정하는 것도 가능합니다. 또 Au/Ni/Cu를 측정할 경우에는 필터를 사용하지 않고 Au를 측정한 후, 필터를 사용하여 Ni/Cu를 측정하는 것도 가능합니다. Ni/Cu인 경우 Co 필터를 사용하며, Cu/Zn, Cu/Brass인 경우는 Ni 필터를 사용합니다.

PCB기판과 같이 수지위의 도금측정시에는 기기자체에서 계산되어 지는 Numeric Filter를 사용합니다.

⑦ 비례계수관(Proportional Counter) : 일반적으로 측면에 창이 있는 원통형관이 사용되고 있습니다.

특히 낮은 에너지 범위의 물질을 측정하기 위해서 개방형의 비례계수관을 사용합니다. 측정에 필요한 에너지 범위에 따라 밀봉하는 가스의 종류를 다르게 사용하는데 Ar 또는 Xe를 사용합니다. 관전압을 변화시켜 기준 스펙트럼에 교정하는 방법이 일반적으로 사용됩니다. 검출기는 측정값의 평가치를 얻기 위해 전기적인 신호로 바뀌어 표준 시편으로부터 형광 X선을 검출하게 됩니다. 평가의 단위는 하나, 혹은 그 이상의 에너지

밴드를 선택하여 측정하고자 하는 물체의 제일 위, 중간, 그리고 소재를 선택할 수 있습니다.

⑧ 증폭기(AMP) : 비례계수관의 펄스는 매우 작은 신호입니다. 따라서, 저소음, 직진성, 고속성, 온도안정성, 고증폭율이 요구됩니다. 앞편의 증폭기에 의해 천배에 가깝게 증폭된 후 뒷편의 증폭기에서 안정된 출력을 보냅니다.

⑨ 카운터회로(Counter Board) : 출력펄스는 임의의 방출되기 때문에, 어느 일정시간의 펄스량에 의해 측정정도가 정해집니다. 따라서, 카운터 회로에 의해 일정시간내의 펄스량을 측정하고 이를 컴퓨터에 전송하여 데이터로 출력합니다.

⑩ 파고분석기(Wave height difference apparatus) : 물질의 종류에 따라 에너지 스펙트럼이 다르므로 증폭기에 의해 다른 출력전압의 펄스로 증폭시킵니다. 따라서, 이 출력전압(파고치)의 값을 분석함으로써 어떠한 물질인가를 판별할 수 있게 됩니다. 여기서 상한변별 및 하한변별 회로를 사용하여 측정을 하려하는 도금의 에너지 스펙트럼 또는 하지의 에너지 스펙트럼의 범위를 설정하여 원하는 출력 펄스만을 선택하는 회로입니다.

또, 파고변별기가 다중작업으로 2종류 이상의 에너지 스펙트럼을 동시에 분석합니다. 이를 통해 단층피막 뿐 아니라 다층피막 및 합금비의 동시측정도 가능합니다.

# 형광X-Ray 측정이론

## ● 측정오차

● **표준편차 :**  
X-Ray 양자는 시간에 따라 무작위로 생성됩니다. 다시말해 고정된 시간의 간격에서 방사되는 양자의 갯수가 항상 일정하지 않으므로 모든 방사선 측정에서 통계적 오차가 발생할 수 밖에 없습니다. 결과적으로 짧은 측정 시간(약 1~2초)에서의 Count Rate와 긴 측정시간의 Count Rate와는 확연히 다를 것 입니다. 이 오차는 정확하지 않은 시편의 사용이나 사용자의 미숙에서 나오는 다른 오차와는 근본적으로 차이가 있습니다. 이러한 오차의 감소를 위해서는 충분한 시간을 가지고 도금두께를 측정해야 합니다.

무작위로 생성되는 오차는 다음의 공식을 따릅니다.

$$\text{표준편차 } s \approx \sqrt{N}$$

N = 측정시간내의 카운터

● **표준시편 :**  
측정값의 보정이 가능하지만 표준시편에는 5%의 오차가 있습니다. 경우에 따라 5%보다 높은 오차율을 갖습니다. 얇은 도금에서는 더더욱 오차 범위가 커집니다. 예를 들면, 거친 표면, 작은 측정면적, 원형 샘플, 얇은 도금에서 오차 범위는 커집니다.

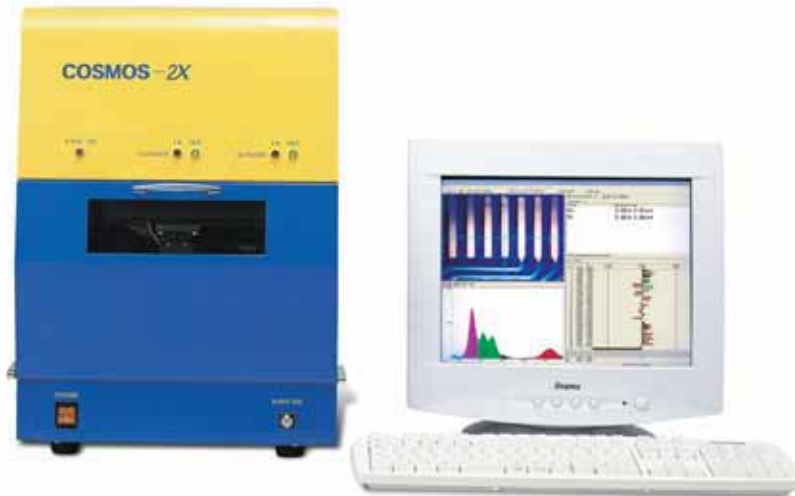
● **표면의 각도 :**  
표준시편 교정과 다른 각도로 샘플을 측정 시에는 X-ray 빔(Beam)의 계산율은 상당히 다르게 변할 것입니다. 예를 들어 시편 표면의 각도의 차이가 10°라면 계산율의 변화 4%를 일으킬 것입니다.  
● **이물질 :**  
도금표면 위의 표준시편과 다른 알려지지 않은 이물질이 존재한다면 측정값은 정확하지 않을 수 있습니다. 도금을 보호하기 위해 착색된 라커나 그와 유사한 착색 또한 측정값의 오류를 일으킬 수 있으니 유의하시기 바랍니다.

● **곡률 :**  
검출기는 구부러진 표면 위에서의 측정 시, 곡률을 갖고 있는 측정 표면의 영향을 받습니다. 곡률을 갖고 있는 표면의 영향은 측정할때 곡률의 지름과 작은 크기의 코리미터 의해 최소화 될 수 있습니다. 원형이 아닌 4각의 코리 미터 사용은 원통 모양의 측정에 효과적입니다. 만약 샘플과 같은 크기와 모양의 표준시편에서 표준교정이 이루어졌다면, 곡률을 갖고 있는 표면에서의 영향을 제거할 수 있습니다. 하지만, 이러한 경우라도 같은 측정포인트에서 같은 위치, 같은 면 위에서의 측정에만 적용됩니다.

## ● 도금/하지에 따른 측정가능범위

금속의 조합		필터	에너지 범위	측정범위
도금	하 지			
Cr	Fe	×	44 ~ 53	0.02 ~ 20.0μm
	Ni	×	44 ~ 58	0.02 ~ 20.0μm
	Cu, Zn, Brass 등	×	44 ~ 65	0.02 ~ 20.0μm
Ni (Ni-P)	Fe	×	74 ~ 89	0.02 ~ 30.0μm
	Cu	Co	62 ~ 89	0.02 ~ 30.0μm
	Brass	Co	62 ~ 77	0.02 ~ 30.0μm
Cu	Fe	×	74 ~ 96	0.02 ~ 30.0μm
	Zn, Brass	×	67 ~ 96	0.02 ~ 30.0μm
Zn	Fe	×	74 ~ 103	0.02 ~ 45.0μm
Ag	Fe, Ni, Cu, Brass 등	×	189 ~ 260	0.02 ~ 50.0μm
Sn	Fe, Ni, Cu, Brass 등	×	217 ~ 285	0.05 ~ 90.0μm
Au	Ni		92 ~ 136	0.01 ~ 8.0μm
	Cu	×	102 ~ 136	0.01 ~ 8.0μm
Rh	Cu, Ni, Zn, Fe	×	170 ~ 240	0.02 ~ 50.0μm
Sn-Pb 합금	Cu	×	Cr 217 ~ 285 Ni 98 ~ 150	0.1 ~ 50.0μm (Pb가 10%일때)
Cr / Ni 다층	Fe	×	Ni 74 ~ 89 Cr 44 ~ 53	Ni 0.10 ~ 20.0μm Cr 0.01 ~ 5.0μm
	Cu	Ni : Co Cr : ×	Ni 62 ~ 89 Cr 44 ~ 58	Ni 0.10 ~ 20.0μm Cr 0.01 ~ 5.0μm
Ni / Cu 다층	Fe	Ni : Co Cu : ×	Ni 74 ~ 89 Cu 80 ~ 96	Ni 0.02 ~ 10.0μm Cu 0.10 ~ 20.0μm
Ag / Ni 다층	Cu	Ag : × Ni : Co	Ag 189 ~ 260 Ni 62 ~ 89	Ag 0.02 ~ 5.0μm Ni 0.10 ~ 20.0μm
Sn / Cu 다층	Fe	×	Sn 217 ~ 285 Cu 74 ~ 96	Sn 0.05 ~ 4.0μm Cu 0.10 ~ 20.0μm
Au / Ni 다층	Cu	Au : × Ni : Co	Au 102 ~ 136 Ni 62 ~ 89	Au 0.01 ~ 2.0μm Ni 0.10 ~ 20.0μm
	Brass	Au : × Ni : ×	Au 106 ~ 136 Ni 62 ~ 77	Au 0.01 ~ 2.0μm Ni 0.1 ~ 20.0μm

# COSMOS-2X/ COSMOS-2X ECO



- ### 사용이 편리한 정밀 측정 시스템
- ▶ PCB, Wire, 전자부품 고가의 귀금속 측정
  - ▶ 단층 다층 합금도금의 간편한 측정
  - ▶ 사용하기 편리한 비접촉 비파괴 도금두께측정기
  - ▶ 저렴한 수동 스테이지
  - ▶ 최소 측정면적 0.1mm

## Feature



- 비접촉, 비파괴적이므로 고가의 PCB, 귀금속 등도 부담없이 측정가능
- 뉴메리컬 필터(Numerical filter)는 PCB 기판측정에 최적의 조건을 제공
- 계기의 고장 발생시 자기점검기능으로 발생문제를 간단하고 쉽고 빠르게 해결
- 신뢰도 높은 측정을 위해 Ni/Cu측정시에는 Co필터를, Cu/Zn Base Ni를 사용
- 미지의 도금을 X선 스펙트럼으로 분석 가능
- 최고의 정확도를 원하는 사용자를 위한 멀티포인트 교정기능
- 샘플과 동일한 소재의 표준시편이 없더라도 측정 가능한 소재보정기능
- 안정적이고 정확한 측정을 위해 주기적으로 출력교정하는 자동 스펙트럼 교정기능
- 5종류(0.1, 0.2, 0.5 1.0 2.0mm<sup>2</sup>) 코리미터가 기본제공

- 지금까지 개발된 어느 도금두께측정방식보다도 편리함.
- 사용방법이 매우 쉬우므로 비전문가라도 간단한 교육만으로 측정가능
- 단 한번의 측정만으로 간편히 교정이 가능한 1포인트 교정기능
- 합금은 합금 종류별로 나눠 합금비와 두께 표시
- 형광 X선 측정방식은 단층, 다층, 합금 도금 측정가능
- 다층도금은 한꺼번에 측정하여 각 도금 별로 두께 표시
- 2종류의 메카니컬 필터(Mechanical filter) 제공

• 다른 측정방식으로는 불가능한 Wire, 전자부품 등 극소형 부품도 간편히 측정



- 같은 지점을 여러번 측정해도 신뢰도 높은 재현성 표시
- 0.05 X 0.5mm<sup>2</sup>(코리미터)까지 옵션장착이 가능하여 아주 작고 미세한 부품도 측정가능



• 코리미터에 따라 X선 출력은 자동변경 및 수동변경 가능



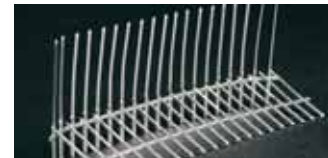
## Application

- 많은 거래처에서 납품받는 원청업체의 수입검사
- 도금두께 측정횟수가 절대적으로 많은 업체



- 다른 측정방법으로 측정이 불가능한 작은 전자부품 생산업체
- 귀금속, 약세서리와 같이 굴곡이 심하고 다양한 형태의 부품생산업체

- 아연-니켈, 무전해니켈 등 합금도금 두께 및 성분비가 측정이 필요한 업체
- PCB기판, 귀금속 등 파괴해서는 안되는 고가 부품을 생산하는 업체
- 전자부품, 볼트, 너트, Wire 등의 소형 부품을 생산하는 업체

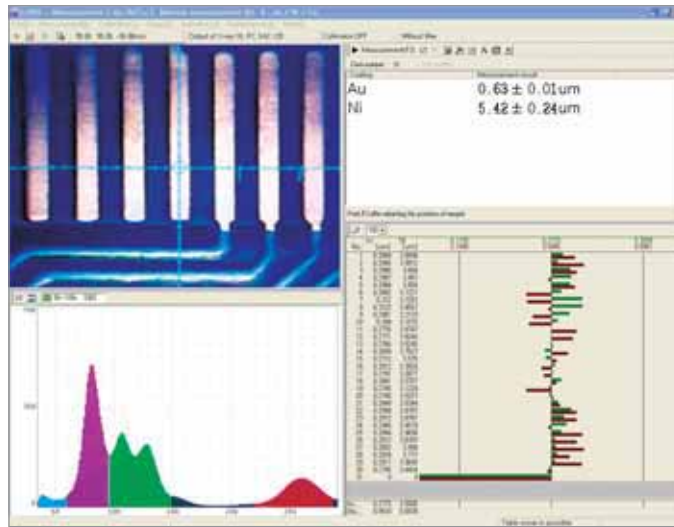




# COSMOS-2X/ COSMOS-2X ECO

## 측정 후 디스플레이

- 측정지점과 코리미터의 측정면적, 눈금이 모니터 화면에 표시
- Microsoft사의 EXCEL로 간편히 변환하여 성적서 작성가능
- 멀티태스킹 기능으로 측정중에서도 리포트 작성 등 다른 작업가능
- 측정데이터, 각종 통계, 꺾은선, 막대그래프 등의 프린트 출력

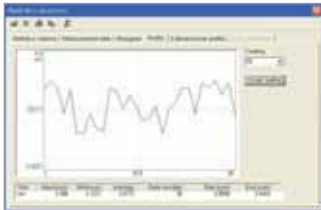


Screen during the Measurement

## COSMOS-2X ECO



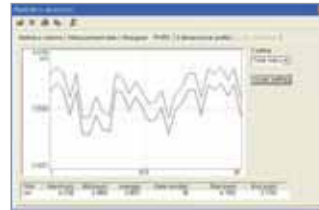
- 코리미터를 제외한 다른 사양은 COSMOS-1X와 동일
- 보다 현실적인 가격과 꼭 필요한 성능만 포함시킨 특별기획된 보급형 모델
- 코리미터 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0mm<sup>2</sup>의 5종류 중 1종류 택일



Diagram



Statistics Process



Statistics Process



Life of x-ray Tube

## Specification

모델	COSMOS-2X/ COSMOS-2X ECO	
제조사	ELEC FINE (Japan)	
측정방식	비접촉 비파괴	
측정원리	형광X-Ray 측정방식	
측정테이블 크기	170×100mm	
샘플탑재가능 중량	3Kg	
이동가능거리	70 × 70 × 80mm (X×Y×Z)	
X-Ray 타겟/ 관전압	텅스텐 / 50 kV	
주사방식	상면수직조사방식	
검출기	비례 계수관	
	뉴메리컬 : PCB기판용	
필터	메카니컬 : Ni (Cu/Zn용) & Co (Ni/Cu용) 자동변환	
	CCD 카메라, 컴퓨터 모니터	
코리미터	0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0mm <sup>2</sup> (COSMOS-2X)	
코리미터 (옵션)	0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0mm <sup>2</sup> 중 택일(COSMOS-2X ECO)	
	0.05 x 0.5mm, 0.05mm <sup>2</sup>	
측정대상	원자번호 22(Ti) ~ 82(Pb)	
측정범위	원자번호 21이하는 흡수법에 의한 측정	
	- 원자번호 22~24 : 0.2~ 약 20 μm	
	- 원자번호 25~40 : 0.1~ 약 30 μm	
	- 원자번호 41~51 : 0.2~ 약 70 μm	
	- 원자번호 52~82 : 0.05~ 약 10 μm	
측정단위	μm, mil, MI, g/m <sup>2</sup> , OZ/ft <sup>2</sup> , mg/cm <sup>2</sup> , Å 선택가능	
측정기능	측정결과 출력, X-Ray 출력조정기능, 자동측정 조건설정기능, 스펙트럼 측정	
교정기능	교정곡선 자동 표시, 1포인트, 3포인트, 4포인트 교정기능 멀티포인트	
	교정 소재보정기능	
데이터	측정데이터 표시, 평균, 표준편차, 최대/최소값, 유효값, 분산,	
처리기능	자동 막대그래프, 막대그래프 측정데이터 3차원 표시, X-R 관리도	
	CP-CPK, 측정데이터 3차원 표시	
본체 크기	362×425×486mm (W×D×H)	
본체 중량	44.2 Kg	

# EX-3000 Auto / Manual

X-Ray Fluorescence Coating Thickness Tester



## 다량 · 반복측정 최적의 시스템

- ▶ PCB, Wire, 전자부품 고가의 귀금속 측정
- ▶ 단층 다층 합금도금의 간편한 측정
- ▶ 사용하기 편리한 비접촉 비파괴 도금두께측정기
- ▶ 전자동 스테이지
- ▶ 코리미터 5종류 기본내장

37

### Feature

- 비접촉, 비파괴식이므로 고가의 PCB, 귀금속 등도 부담없이 측정가능
- 뉴메리컬 필터(Numerical filter)는 PCB 기판측정에 최적의 조건을 제공
- 신뢰도 높은 측정을 위해 Ni/Cu측정시에는 Co필터를, Cu/Zn Base Ni를 사용
- 같은 지점을 여러번 측정해도 신뢰도 높은 재현성 표시
- 최고의 정확도를 원하는 사용자를 위한 멀티포인트 교정기능
- 알 수 없는 도금을 X선 스펙트럼 분석하여 종류파악

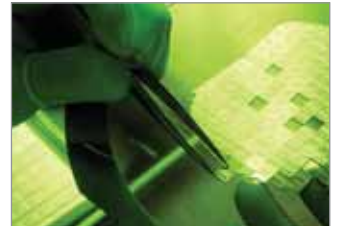


- 단층, 다층, 합금 도금 측정가능
- 다층도금은 한꺼번에 측정하여 각 도금별로 두께 표시
- 합금은 합금 종류별로 나눠 합금비와 두께 표시
- 0.05 X 0.5mm<sup>2</sup>까지 옵션장착이 가능하여 아주 작고 미세한 부품도 측정가능
- 다른 측정방식으로는 불가능한 Wire, 전자부품 등 극소형 부품도 간편히 측정



- 단 한번의 측정만으로 간편히 교정이 가능한 1포인트 교정기능
- 샘플과 동일한 소재의 표준시편이 없더라도 측정 가능한 소재보정기능
- 지금까지 개발된 어느 도금두께측정 방식 보다도 편리한 방식
- 사용방법이 매우 쉬우므로 비전문가라도 간단한 교육만으로 측정가능
- 계기이상 발생시 자기점검기능으로 발생된 문제해결을 쉽고 빠르게 해결가능
- 안정적이고 정확한 측정을 위해 주기적으로 출력교정하는 자동 스펙트럼 교정기능

- 2종류의 메카닉컬 필터(Mechanical filter) 제공
- 5종류(0.1, 0.2, 0.5 1.0 2.0mm<sup>2</sup>) 코리미터가 기본제공
- 코리미터에 따라 X선 출력은 자동 변경 및 수동변경 가능
- 측정포인트와 코리미터의 측정면적, 눈금표시, 측정포인트 사이의 거리측정 가능



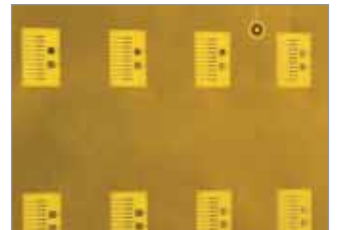
### Application

- 많은 거래처에서 납품받는 원청업체의 수입검사
- 도금두께 측정횟수가 절대적으로 많은 업체
- 다른 측정방법으로 불가능한 작은 전자 부품 생산업체
- 전자부품, 볼트, 너트, Wire 등의 소형 부품을 생산하는 업체



- PCB기판 및 귀금속 등의 고가 제품을 생산하는 업체
- Connector, Pin 등과 같은 동일형태의 샘플을 반복적으로 측정하는 업체

- 귀금속, 약세서리와 같이 굴곡이 심하고 다양한 형태의 부품생산업체
- PCB기판과 측정 면적이 좁고, 도금의 두께가 매우 얇은 샘플
- Connector, Pin 등과 같은 동일형태의 샘플을 반복적으로 측정하는 업체
- 전자부품, 볼트, 너트, Wire 등의 소형 부품을 생산하는 업체

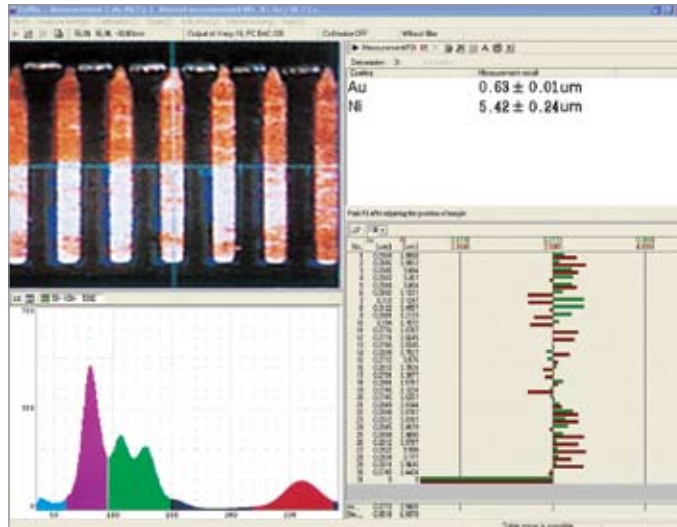


- 귀금속, 약세서리와 같이 굴곡이 심하고 다양한 형태의 부품생산업체

# EX-3000 Auto / Manual

## 측정 후 디스플레이

- 측정데이터, 각종통계, 꺾은선, 막대그래프 등의 프린트 출력
- Microsoft사의 EXCEL로 간편히 변환하여 성적서 작성가능
- 멀티태스킹 기능으로 측정중에서도 리포트 작성 등 다른 작업가능



측정화면

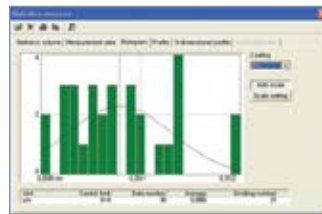
## EX-3000 Auto



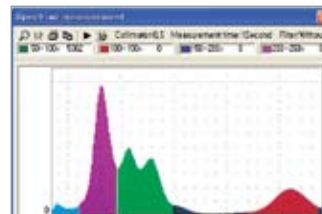
- 마우스 및 조이스틱으로 측정지점을 간단히 지정하는 Point & Shoot 기능
- 시작포인트와 끝포인트 사이를 100지점 까지 연속분할 측정기능
- 좌표보정, 채널링크 시스템에 의해 다양한 패턴의 자동측정가능
- 반복적인 교정작업을 자동으로 처리해 주는 표준시편 자동교정 기능
- X-Y-Z 좌표축으로 측정데이터를 3차원 그래프로 표시, 금속표면의 두께분포를 한눈에 파악가능



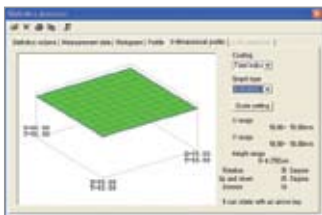
Statistics



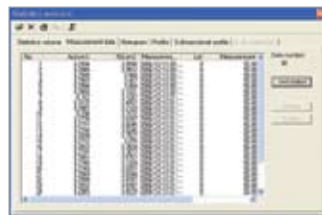
Histogram



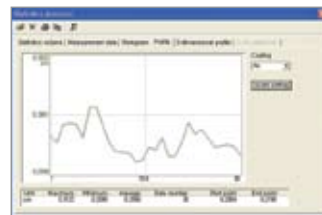
Spectrum Analysis



Three Dimensional Graph



Measurement Data



Diagram

## Specification

모델	EX-3000 Auto/ Manual	
제조사	ELEC FINE (Japan)	
측정방식	비접촉 비파괴	
측정원리	형광X-Ray 측정방식(X-Ray spectrometric methods)	
측정테이블 크기	240×220 mm	
샘플탑재가능 중량	1 Kg (Auto) / 3 Kg (Manual)	
이동가능거리	200×200×50 mm (X×Y×Z)	
X-Ray타겟/ 관전압	텅스텐 / 50kV	
주사방식	상면수직주사방식	
검출기	비례 계수관	
필터	메카니컬 : Ni (Cu/Zn용) & Co (Ni/Cu용) 뉴메리컬 : PCB기판용	
시료관찰	CCD 카메라, 컴퓨터 모니터	
코리미터 (기본)	5 종류 0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0mm <sup>2</sup>	
코리미터 (옵션)	0.05 x 0.5mm, 0.05mm <sup>2</sup>	
측정대상	원자번호 22(Ti)~82(Pb) 원자번호 21이하는 흡수법에 의한측정	
측정범위	- 원자번호 22~24 : 0.2~약 20 $\mu$ m - 원자번호 25~40 : 0.1~약 30 $\mu$ m - 원자번호 41~51 : 0.2~약 70 $\mu$ m - 원자번호 52~82 : 0.05~약 10 $\mu$ m	
측정단위	$\mu$ m, mil, MI, g/m <sup>2</sup> , OZ/ft <sup>2</sup> , mg/cm <sup>2</sup> , Å 선택가능	
측정기능	측정결과 출력, 자동측정 조건설정기능, 스펙트럼 측정, 측정 포인트사이의 거리측정기능	
교정기능	교정곡선 자동 표시, 1포인트, 3포인트, 4포인트 교정기능 멀티포인트 교정 소재보정기능	
데이터 처리기능	측정데이터 표시, 평균, 표준편차, 최대/최소값, 유효값, 분산, 자동 막대그래프, 막대그래프 측정데이터 3차원 표시, X-R 관리도 CP-CPK, 측정데이터 3차원 표시	
본체 크기	602×463×732 mm (W×D×H)	
본체 중량	61Kg	

# Eddy-Current Non-Destructive Thickness Tester



40 와전류식 코팅두께측정기 측정이론

43 DMC-211

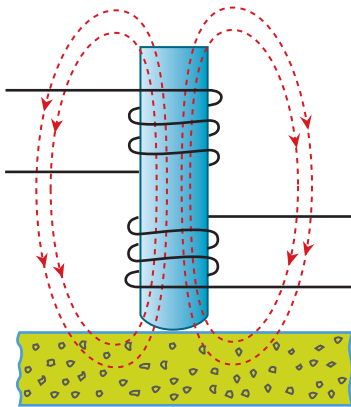
최고의 측정속도, 전수검사에 최적 모델

44 D-20



# 와전류 측정이론

## 와전류 시스템



표면층에 와전류(Eddy Current)를 발생시키기 위해 측정샘플에 높은 진동수(Frequency)의 전류가 흐르는 전극을 올려 놓습니다. 와전류는 고주파 자기장의 주파수, 투과율, 도체, 두께와 형태에 따라 강도가 달라집니다. 와전류가 흐르면 전극에 임피던스(Impedance)를 만들어 내면서 고주파 자기장을 없애게 됩니다. 전극의 저항은 샘플두께에 따라 변하기 때문에 두께로 전환된 저항의 변화는 계기의 화면에 표시됩니다. 철이나 니켈과 같은 도체금속들의 투과율은 전극의 저항에 영향을 줍니다. 도체물질의 통과량은 비교적 적습니다. 이러한 원리를 기초로 현장에서는 알루미늄 측정 등에 응용되고 있습니다.

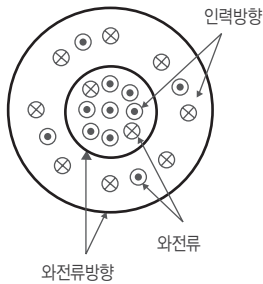
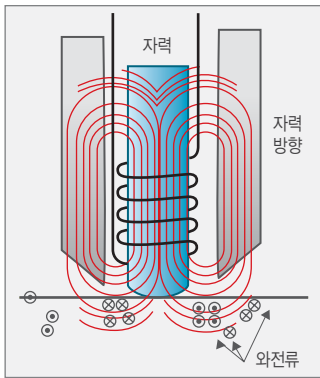
보다 구체적인 연구를 통해 전도율이 다른 모든 소재와 피막의 조합, 예를 들면 플라스틱 소재위의 동도금이나 증착, 철 또는 철강소재 위의 도장, 동소재 위의 크롬 도금 등을 측정할 수 있게 되었습니다. 와전류식 두께측정기는 비교적 측정면적(3mm)을 비파괴로 측정하며 또한 1~2초내 외의 짧은 시간안에 측정할 수 있고, 정밀도나 재현성이 좋아서 플라스틱이나 유리소재 위의 은, 동, 알루미늄 등과 같은 전도성이 좋은 피막에서 50 Å의 분해능을 얻을 수 있습니다.

## 투과

와전류의 투과는 물질의 저항에 정비례하며, 도체성의 루트에 반비례합니다. 예를 들어, 황동의 도체성은 은의 1/4이지만, 이것의 와전류 투과는 은의 두배이므로 같은 주파수를 사용해 두배의 두께 측정이 가능합니다.

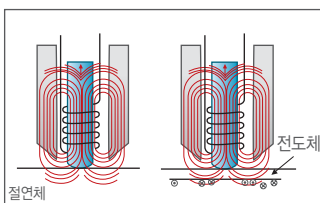
와전류의 투과는 주파수의 루트에 반비례합니다. 예를 들어, 431kHz(전극 범위 "B")는 1.725kHz(전극 범위 "C")에 비해 두배 깊은 깊이까지 통과합니다. (즉, 전극 범위 "B"는 전극범위 "C"에 비해 두배의 두께를 측정합니다.)

## 측정원리

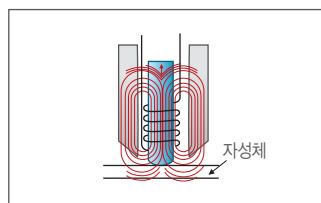


고주파 전류를 흘리는 전극을 금속에 접근시키면 금속에는 전류가 발생하는데 이 전류를 와전류(Eddy Current)라 부릅니다. 와전류는 고주파 흐름의 세기, 주파수 및 금속의 전도도에 비례하고, 주파수의 평방미터에 반비례합니다. 만약, 주파수가 일정하고, 재질 형태등의 조건이 같고 피막의 두께만이 다르다고 가정했을

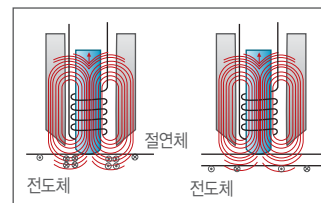
경우, 표면의 실제 전도도는 피막두께에 따라 달라집니다. 따라서, 이 와전류에 의해서 전극저항이 변화하게 되고 이 변화량으로부터 피막의 두께를 계산해 낼 수 있습니다.



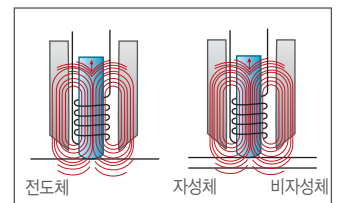
• 피막에 자성이 있는 경우는 자기회로가 피막에서 단락되므로, 피막이 두꺼워질수록 자기저항이 증가합니다.



• 피막이 절연체이고 하지가 전도체를 가정한다면, 피막두께가 증가할수록 자속이 증가하게 됩니다. 따라서, 자기저항 증가하여 하지와외 상호 전도도가 감소합니다.



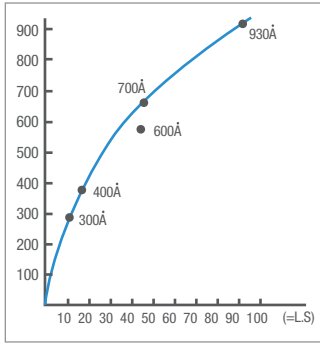
• 피막이 비자성체이고 하지가 자성이 있는 경우를 가정한다면, 피막두께가 증가할수록 전기저항이 증가하게 됩니다. 따라서, 자속은 증가하지만 자기저항은 감소합니다. 또, 피막에 전도도를 감안하면 이 영향은 크게 미치지 됩니다.



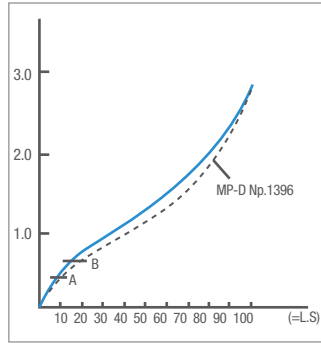
• 이상과 같이 피막 및 하지에 의한 전극의 전기저항이 피막과 하지조합에 따른 변화를 이용하여 그 피막의 두께를 얻을 수 있습니다. 보다 두꺼운 피막을 측정할 때에는 사용주파수를 높이는 것이 좋지만 분해능을 좋게 하기 위해서는 주파수를 너무 높이면 정밀도나 재현성이 낮아집니다. 또, 전극리드선의 길이에 크게 영향을 받게되므로 일반적으로 10㎞가 한계가 됩니다.

# 와전류 측정이론

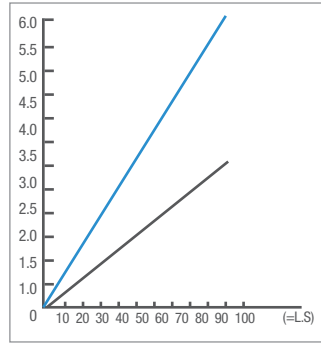
## 응용



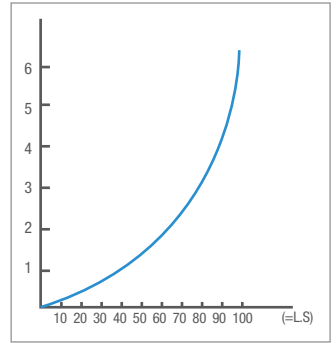
● 와전류식 도금두께측정기에 있어서 채용주파수는  
 RANGE A : 101.8kHz / B : 431kHz,  
 C : 1.725MHz / D : 6.9kHz  
 이고 증착막 등의 측정에는 RANGE D의 6.9MHz를 사용합니다. 또, 전극은 MP형, SP형 모두 사용할 수 있습니다.  
 위의 그림은 실제로 폴리에스테르 필름에 Si를 증착한 것을 측정한 특성그래프로 가로축은 미터논금, 세로축은 증착 피막 두께를 표시한 그래프입니다.



● 위의 그림은 더욱 3 $\mu$ m까지의 특성 그래프입니다.

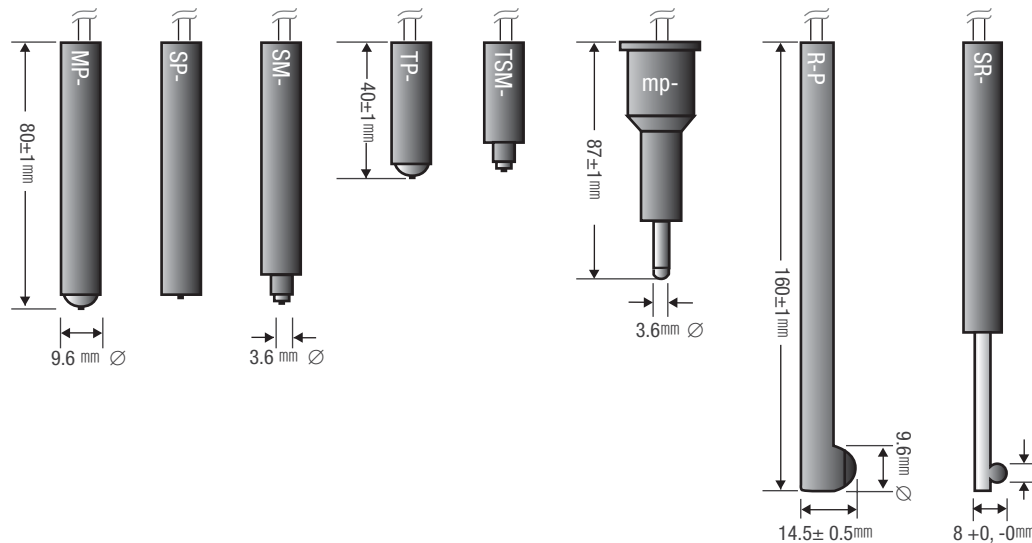


● 이것은 동이나 은의 경우에도 거의 같은 특성을 가지게 됩니다. 또, 하지가 절연체이라면 폴리에스테르, 알루미늄, 실리콘 등에서도 측정값을 얻을 수 있습니다.  
 피막이 절연체이고 하지가 전도체의 경우에는 60 $\mu$ m정도까지 정비례하는 특성을 가지고 있습니다. 이 경우의 측정 오차는  $\pm 1\mu$ m 내외입니다.



● 피막이 전도체이고 하지가 자성체인 경우는 위와 같은 결과가 나오게 됩니다. 이 경우의 측정도는 피막의 재질에 의해 달라집니다. 피막이 비자성 절연체이고, 하지가 자성이 있는 경우는 하지의 거칠기나 흡집, 응력에 의한 자기에 의해 수  $\mu$ m의 오차가 생길 수 있습니다.  
 이로 인해 휴대형 코팅두께측정기로 측정시에는 오차가 크게 발생할 수 있습니다. 측정면적이 좁은 것을 선호한다면 와전류식 피막두께측정기를 사용하는 것이 좋습니다.

## 와전류식 센서



## 센서형태에 따른 측정면적 크기

전극형태	평면	곡면 (Convexrod concave)			파이프 내부	곡면 (Convexrod concave)		
		하지 : 철 또는 구리				전도성 금속도금 / 철 하지		
MP	5mmD	3.2mmR	6.4mmD	6.4mmD	102mmD	6.4mmD	12.8mmD	6.4mmD
SP	5mmD	3.2mmR	6.4mmD	--	--	6.4mmD	12.8mmD	--
RP	5mmD	3.2mmR	6.4mmD	6.4mmD	16mmD	6.4mmD	12.8mmD	6.4mmD
SM	3mmD	1.6mmR	3.2mmD	3.2mmD	102mmD	3.2mmD	6.4mmD	3.2mmD
SR	3mmD	1.6mmR	3.2mmD	3.2mmD	8.5mmD	3.2mmD	6.4mmD	3.2mmD
TSM	3mmD	1.6mmR	3.2mmD	3.2mmD	50mmD	3.2mmD	6.4mmD	3.2mmD
TP	5mmD	3.2mmR	6.4mmD	6.4mmD	50mmD	6.4mmD	12.8mmD	6.4mmD
$\mu$ F/ $\mu$ P	3mmD	1.6mmR	3.2mmD	3.2mmD	77mmD	3.2mmD	6.4mmD	3.2mmD

# 와전류 측정이론

## ● 측정가능 도금 / 하지 조합과 측정범위

코팅	하지	측정범위 (μm)	교정범위 (μm)	사용전극	사용 표준판
Zn(시안)	Fe	1~14	0~17	D	400-505DM
		3~25	0~30	C	400-505CM
		10~50	0~60	B	400-505BM
		20~100	0~110	A	400-505AM
비금속	비자성금속	2~30	0~30	D	필름
		20~100	0~100	D	필름
		60~200	0~200	C	필름
		100~300	0~300	C	필름
		250~1300	0~1300	B	필름
	Fe	10~90	0~100	D	000-505D-2M
		20~180	0~200	C	000-505C-2M
Cu / Ag	Fe	0.5~5	0~6	D	145-505DM
		1~10	0~11	C	145-505CM
		5~20	0~25	B	145-505BM
		10~50	0~60	A	145-505AM
		50~160	50~200	A	145-505ASM
	비금속	2~20	0~25	C	145-000CM
		10~50	0~60	B	145-000BM
		25~75	23~90	B	145-000BM
Cd	Fe	1~15	0~17	D	600-505DM
		3~30	0~35	C	600-505CM
		20~100	0~120	B	600-505BM
		30~140	0~180	A	600-505AM
Sn	Fe	1~22	0~26	D	350-505DM
		5~50	0~60	C	350-505CM
Ni	Brass	1~6	0~6	C	300-153CM
	Fe	2~12	0~15	C	300-505CM
		6~22	0~24	B	300-505BM
		25~80	25~90	A	300-505AM
Cr	Fe	10~120	0~130	C	700-505CM
금속증착(Au, Cu, Al)	비금속	50 Å ~ 1 μm		D	
		1~5		D	



# DMC-211



## 최고의 측정속도, 전수검사에 최적

- ▶ 가장 신속하고 빠른 도금두께 측정기
- ▶ 전기도금, 에폭시, 고무, 경질, 산화막 코팅두께 측정
- ▶ 파이프 내부 등 특수하고 다양한 형태의 샘플 측정
- ▶ PC, 노트북과 연결사용
- ▶ 평면 최소측정면적 3mm<sup>2</sup>
- ▶ 8종류의 다양한 형태의 전극

### Feature

● 철 혹은 비철금속 위의 비자성 피막을 비파괴, 짧은 시간내에 측정



● 대화식 사용자 인터페이스는 특별한 교육을 필요로 하지않음

● 상한값, 하한값 설정이 가능하며 이상 또는 이하값 발생시 경고표시

● 80개의 교정커브 기본내장

● 8종류의 다양한 형태의 전극 제공(음선) (SR, RP, mp, TSM, TP, SM, SP, MP)

● SM전극을 사용하여 볼트머리나 같은 작은 측정면적의 샘플측정가능



● 각종 측정 모드를 선택할 수 있어 다양하고 측정하기 어려운 복잡한 형태의 샘플들도 간편하게 측정

● 자동입력모드에서는 전극을 샘플 위에 놓았다 떼기만 하면 수치가 자동으로 입, 출력

● 자동입력모드를 포함한 다양한 측정 모드로 측정이 어려웠던 좁은 부분이나 거친 표면에서도 측정간편



● 평면 최소측정면적 3mm<sup>2</sup>

● RP, SR과 같은 전극을 이용하면 파이프 내부 등과 같은 샘플측정가능



● 부도체 하지표면의 어떤 금속 도금도 빠르고 정확하게 측정될 수 있을 정도로 정밀한 기능



나사 측정

● 전원은 AC 110V 아답터 및 충전용 건전지도 사용가능

● 해당하는 바늘이 가리키는 지점이 해당 샘플의 코팅두께로 표시

● 각 도금과 두께에 적합한 Direct Scale Plate를 설치



Tuning Copper

● PC와 연결하여 사용하기 때문에 조작이 매우 간단

● PC의 모니터 화면을 보면서 간단하게 조작가능

● Microsoft사의 EXCEL로 간편하게 변환하여 성적서 출력

● 데이터 프린트 통계기능 등 자체프로그램으로 체계적인 품질관리가 가능

● 평균, 표준편차, 최소값, 최대값 등의 각종 통계데이터, 회사명, 측정날짜 등 출력가능

● 각 채널 별로 데이터 저장 및 출력기능

● 소형샘플 측정이 가능한 경제적인 비파괴 디지털 측정기



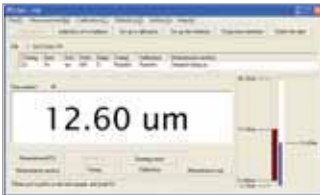
극소형 SM전극







계기 측정화면



신속한 측정화면



다양한 측정방법



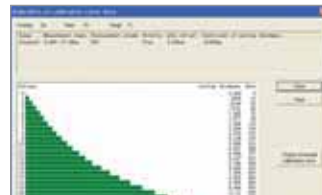
상하한 설정시 측정값 표시



표준교정 설정



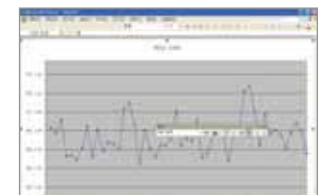
다양한 교정방법



다양한 교정커브



다양한 통계설정




꺾은선 그래프




히스토그램

D-20



- 소형샘플 측정이 가능한 경제적인 비파괴 아날로그 측정기
- 본체위에 손잡이가 있고 경량화 되어 있어 이동하면서 측정가능
- 8종류의 다양한 형태의 전극
- 본체위에 손잡이가 있고 경량화 되어 있어 이동하면서 측정가능



Application

- 측정속도가 매우 빠르기 때문에 전수 검사에도 적합
- 화학적 구조를 바꾸지 않는 완벽한 비파괴 측정방식



- 철위의 동, 니켈, 아연 도금 등 거의 모든 도금을 측정
- 알루미늄 소재 위의 금속피막, 양극 산화 피막, 경질피막, 도장, 유기피막 코팅 측정



Specification

모 델	DMC-211		
제 조 사	Elec Fine (Japan)	화면표시	노트북 혹은 PC모니터
측정가능한 피막	측정가능한 사양표 참조	통 계	최대, 최소, 평균, 표준편차, 히스토그램, 상한, 하한값
측정원리	와전류식 방식(Eddy-current)	진동주파수	A : 107.8 KHz / B: 31KHz / C : 1.726 MHz / D: 6.9MHz
측정범위	측정가능한 사양표 참조	전 원	AC100~230V ±10% 50/60Hz 10VA (본체)
측정단위	mm, μm, mil, MI, A	크 기	280 × 230 × 88 mm
측정모드	코팅두께측정	중 량	3 Kg
메모리용량	40 채널 / 120,000 데이터		

# Electronic Resistance Coating Thickness Tester



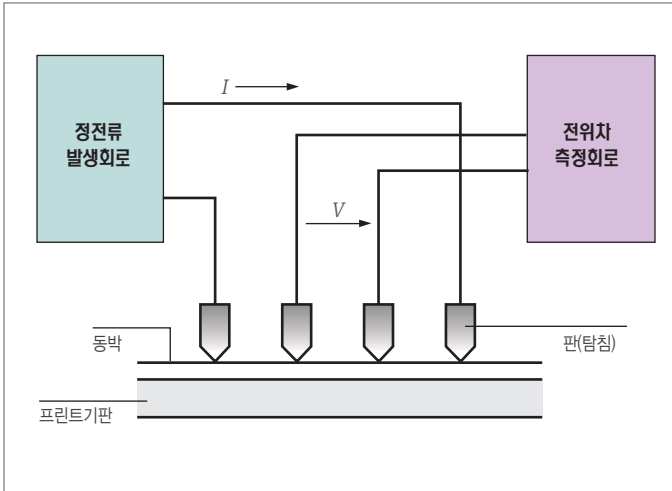
46 전기저항식 코팅두께측정기 측정이론

48 **RST-211**  
PCB 기판위의 동박측정



# 전기저항식 측정원리

## ● 측정원리



전기 저항법(Electrical resistance method) 이론을 근간으로 제작된 특수 전극으로 완성된 PCB, 혹은 필름 위의 동(Copper)의 두께를 쉽고 빠르게 측정할 수 있습니다. 4개의 탐침으로 구성되어 있는 특수 전극에서 양쪽 바깥쪽 끝의 두 핀은(그림참조) DC 전류를 발생하여 측정을 원하는 동(Copper)위에 전달하게 됩니다. 그리고 다른 두 핀은 전류의 흐름에 의해 전위차(Electrical Potential)를 발생하게 됩니다.

여기서 발생하는 전위차(Electrical Potential)는 PCB 기판, 혹은 필름 위에 도포된 동(Copper)의 양을 계산하여 두께로 환산, 사용자의 PC에서 확인 할 수 있습니다. 이 측정법은 절연된, 즉 PCB 반대편의 동판에 전혀 영향을 받지 않습니다.

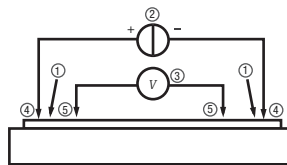
## ● 계기구성

바깥쪽의 2개의 탐침에 전류(I)를 흘려 보내고, 안쪽 2개의 탐침에 발생하는 전위차(V)를 측정하면, 동박의 두께(T)를 구할 수 있습니다.

$$T = \frac{\rho}{2\pi s \cdot fw \cdot Fr} \cdot \frac{I}{V}$$

- T : 동박의 두께 [μm]
- ρ : 구리(Copper)의 저항률 [1.724 x 10<sup>-5</sup> Ω · cm]
- s : 탐침의 간격 [0.1cm]
- fw : 동박의 두께에 따른 보정항 [얇을 때에는 0.00072]
- Fr : 측정 위치에 따른 보정항 [탐침 주위에 동박이 충분히 있을 때에는 1]
- I : 바깥쪽 두 탐침에 흐르는 전류[A]
- V : 안쪽 두 탐침 사이에 발생하는 전위차[V]

이 공식은 옴의 법칙을 이상화 한 실제 적용 공식입니다. 이 측정 방법은 기본적으로 옴의 법칙(Ohm's Law)을 이론적 기반으로 제작되었으며, 전도체를 통과하는 전압/ 전류의 차이를 두께로 환산하여 측정합니다.



- ① Metallic conductor
- ② Current generator
- ③ High impedance voltmeter
- ④ Current contact of the probe
- ⑤ Voltage contact of the probe

다음은 이 이론의 이상화 된 공식입니다.

$$R = \frac{\rho L}{A}$$

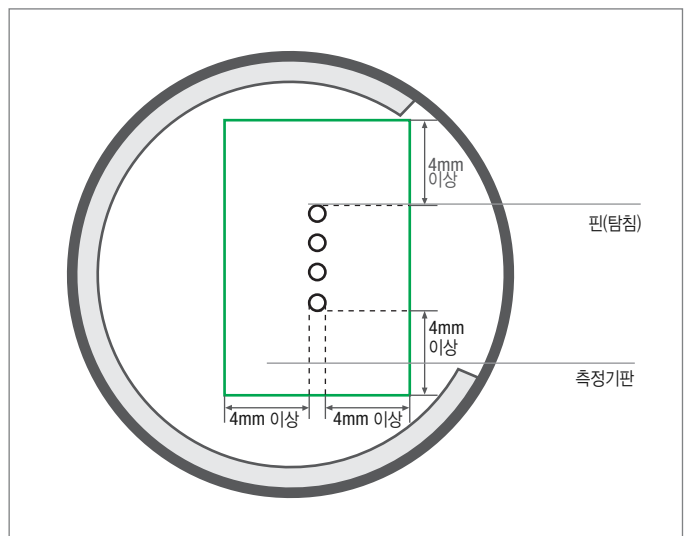
- ρ : 측정 금속의 특정 저항
- A : 전류장의 횡단면 면적
- L : 전류장의 길이

전압은 매우 높은 입력 임피던스와 함께 메터링 시스템으로 사용되고, 이때 미약한 전류가 발생되어 측정되는 대상물(PCB)로 전달됩니다. 측정 대상물에 전극을 접촉할 때 발생하는 저항값을 소거시키고, 측정 전압은 측정 대상 금속과 전극 사이의 전압의 옴저항(Ohmic resistance)에 의해 측정됩니다. 옴저항(Ohmic resistance) R은 옴의 법칙(Ohm's law)에 의해 계산됩니다.

$$R = \frac{E}{I}$$

- E : 측정 된 전위차
- I : 전극의 접촉 시 발생하는 전류

## ● 전극 구성



샘플 측정시 동박 단부에서 탐침의 거리가 멀어지면 측정 오차가 발생할 수 있으며, 위의 그림은 오차 범위를 최소화 할 수 있는 이상적인 측정 위치를 나타내고 있습니다. 이와 같은 방법으로 측정을 하는 도금 두께 측정기의 측정 가능 범위는 측정을 원하는 도금의 전기적 특성에 의해 결정되어 집니다. 측정값의 불확실성(오차)은 10% 혹은 +/- 1μm 내에서 측정됩니다. 측정값은 고유 저항의 특성에 의해 영향을 받을 수 있으며, 교정 된 저항 특성과 전혀 다른 샘플을 측정하게 되는 경우, 반드시 재 교정을 해야 하며, 교정에 사용되는 표준 시편역시 5%의 오차 범위를 가지고 있습니다.

이는 계기의 교정 작업을 통해 오차범위를 5%미만 으로 낮출 수 있습니다. (시편의 오차 범위를 낮추는 것이 아니라, 계기의 오차 가능 범위를 줄이는 것을 의미합니다.) 측정에 영향을 끼치는 측정 면적(폭)은 전극의 설계에 의해 결정되어지며, 측정을 원하는 금속 도금의 전기적 전도성의 영향을 받습니다. 도금 두께 측정은 전류장의 폭에 의해 결정적인 영향을 받습니다.

# 전기저항식 측정원리

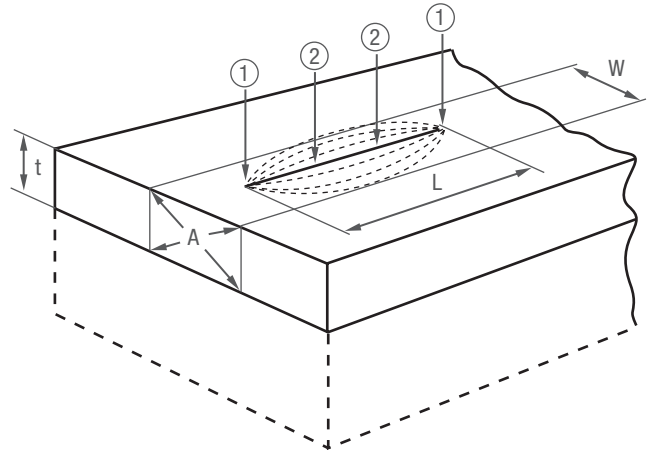
## ◦ 측정 대상물에 따른 측정방법

측정은 샘플의 모양(피도금물의 형태)에 따라 크게 차이가 나는 경우가 있습니다. 특히 파이프와 같은 원통형 샘플의 측정 시 곡률에 따라 측정 여부가 틀려지므로 반드시 확인하여야 합니다. 하지만, 크고 넓은 곡면을 가지고 있는 샘플의 경우 평탄한 샘플과 거의 동일한 데이터 값을 얻을 수 있으므로, 측정 전 반드시 도금물체의 형태에 대한 확인이 필요합니다. 또한 측정값은 측정 샘플의 표면 거칠기에 의해 매우 중대한 영향을 받습니다. 거친 표면은 전극을 샘플 표면에 접촉했을 때 예상할 수 없는 측정 오차를 일으킵니다. 거친 표면에서의 측정은 일정 위치에서 여러번의 반복 측정을 통해 측정값의 평균으로 환산하여 두께를 확인 할 수 있는 방법이 있습니다.

거친 표면에서 안정적인 측정값을 얻기 위해서는 특수한 디자인으로 설계된 전극을 사용하여야 합니다.

또한, 측정 전 반드시 표준 시편을 사용하여 교정을 해야 보다 정확한 측정을 할 수 있습니다. 하지만, 위에 열거한 방법은 거친 표면 위에서 안정적인 데이터를 얻기 위한 방법이 아닌, 오차율을 줄이는 방법이며 거친 표면을 가지고 있는 샘플의 표면 위에서의 정확한 측정과는 상관이 없습니다.

측정 샘플의 표면위에서 도금의 두께를 확인하기 위해서는 지정된 범위의 특정 전극을 측정을 필요로 하는 위치에 접촉하여 일정한 압력을 가해 전극과 샘플 표면을 밀착시켜야 합니다.



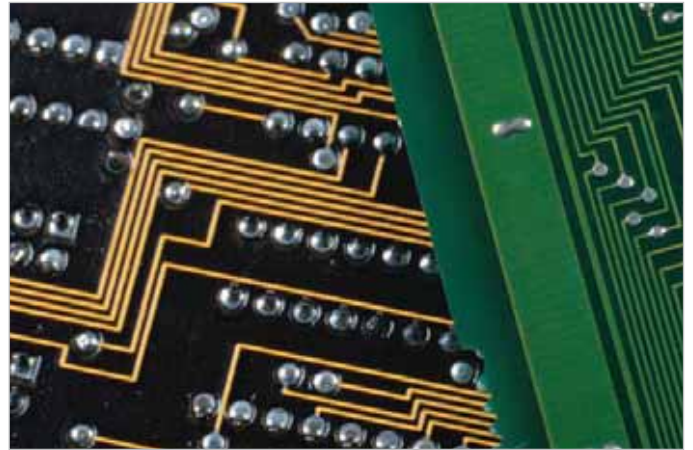
①: 전류연결 탐침  
 ②: 전압연결 탐침  
 A: 전류장의 횡단면 면적  
 L: 전류장의 길이  
 t: 도금(전도체)의 두께  
 W: 전류장의 폭

## ◦ 교정

측정기를 사용하기 전 반드시 사용하여 제조사에서 지정 한 순서에 따라, 올바른 표준 시편을 사용하여 교정해야 합니다. 도금의 두께, 도금 폭 등을 지정된 두께와 크기로 제작하여 인증을 받은 것을 표준 시편이라고 하며, 이 시편을 사용하여 도금의 특정 저항을 확인하여 그 데이터를 교정하는데 사용합니다.

측정 오차를 피하기 위해 교정은 반드시 이루어져야 하며, 제조사에서 권장하는, 혹은 별도 판매되는 표준 시편의 표면 위에 전극을 정확하게 접촉시켜 교정해야 합니다.

교정에 사용되는 표준 시편은 각각의 두께가 다른 두 개의 시편을 사용해야 하며, 가급적 측정을 원하는 샘플의 도금 두께와 근접한 두께의 시편을 사용하여 교정하는 것이 보다 정확한 측정을 하는데 도움을 줍니다.



# RST-231



## PCB 기판위의 동박측정 모델

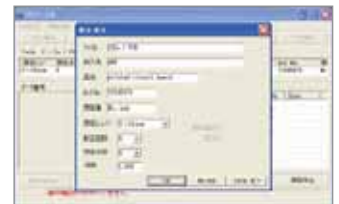


- ▶ 매우 빠른 측정속도
- ▶ 측정범위 : 2~120 $\mu$ m
- ▶ PC, 노트북과 연결사용
- ▶ 3종류의 다양한 형태의 전극

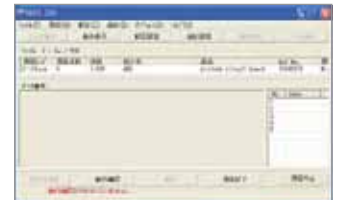
### Feature

- PCB 기판 위의 동박(Copper Foil)을 1초이내 측정하는 최적의 계측기
- 2~24 $\mu$ m, 10~120 $\mu$ m 두 종류의 측정 범위에서 선택 가능
- PC와 연결하여 사용하기 때문에 조작이 매우 간단
- 평균, 표준편차, 최소값, 최대값 등의 각종 통계데이터, 회사명, 측정날짜 등 출력기능
- 대화식 사용자 인터페이스는 특별한 교육을 필요로 하지 않음
- Microsoft사의 EXCEL로 간편하게 변환하여 성적서 출력
- 상한값, 하한값 설정이 가능하며 이상, 이하값 발생시 경고표시
- 누구든지 PC의 모니터 화면을 보면서 간단하게 조작가능
- 최대 40개의 채널 생성
- 통계기능의 자체프로그램으로 체계적인 품질관리를 가능
- 각 채널별 데이터 저장 및 출력기능

### 3종류의 다양한 형태의 전극



계기설정



측정화면



통계설정

### Application

- 측정속도가 매우 빠르기 때문에 전수검사에도 적합
- 단층 PCB 혹은 다층 PCB 위의 동박 측정
- 화학적 구조를 바꾸지 않는 완벽한 비파괴 측정방식

4Pin 전극의 표준 사양		
구 분	Pin 과 Pin 사이의 간격	Pin의 직경
KD - 110	1 mm	0.1 R (표준부속품)
KD - 105	1 mm	0.05 R
KD - 210	2 mm	0.1 R

### Specification

모 델	RST-231
제 조 사	Elec Fine (Japan)
측정가능한 피막	PCB 위의 동박
측정원리	4핀(검출전극) 전기저항식
측정단위	$\mu$ m
채 널	40 채널
메모리용량	100,000 데이터
화면표시	노트북 혹은 PC모니터
통 계	최대, 최소, 평균, 표준편차, 히스토그램, 상한/하한값
표준부품	4 pin 전극 (KD-110) / 표준 시편 (TCU-145)
전 원	AC100~230V $\pm$ 10% 50/60Hz 10VA (본체)
크 기	280 x 230 x 88 mm
중 량	3 Kg

# 도금두께측정기 종합사양표



측정 방식	전해식 CT-3-CT-2-GCT-311	형광X선식 COSMOS-2X-EX-3000	전기저항식 RST-231	와전류식 DMC-211 · D-20	휴대형 (철소재용) QuaNix 시리즈
측정 원리	도금과 하지의 적합한 전해액을 사용하여 도금의 일정 면적을 정전류 양극전해하여 도금전해에 들어간 시간으로부터 도금두께를 환산하여 측정.	X선을 조사하여 피막에서 발생한 형광 X선량을 도금 두께로 환산하여 측정.	전극에서 양쪽 바깥쪽 끝의 두개의 핀으로 DC전류를 발생하여 측정을 원하는 동위에 전달하고, 다른 두개의 핀은 전위차를 동의 양을 계산하여 두께로 환산하는 방법.	전극안의 고주파 전류를 흘려보낸 후 측정물의 고주파 유도에 의한 인피던스 변화를 측정하여, 이것을 도금두께로 환산하는 방법.	전극을 철금속에 접근시킬때 그 거리의 기전력의 차를 이용하여 코팅두께를 구하는 원리.
측정 가능한 도금	전해액에 따라 전해가능 금, 은, 크롬, 니켈, 동, 아연, 주석, 무전해니켈, 카드뮴, 납, 철-아연, 주석-아연, 주석-납 합금, 코발트, 퍼멀로이, 인동 등.	원자번호 24이상의 금속 특히 금, 은, 백금, 주석 - 납, 동, 니켈 등. 단층 및 2층의 동시측정. 합금 도금두께. 합금비 측정도 가능.	PCB 기판 위의 동박측정.	비자성 물체, 알루미늄, 동, 비자성 금속 위의 비전도성 피막, 동위의 각종 도금, 황동 (신주), 아연, 다이게스팅 위의 동, 은, 비금속 위의 동, 은도금 등 소지와 피막의 전도율의 차가 큰 것.	철 금속위의 비자성 코팅.
측정 범위	0.006~300 $\mu$ m	Au 0.01 $\pm$ 9 Ni 0.05~30 Cr 0.01~20 Ag 0.05~60 Sn 0.05~90 $\mu$ m 등	2 ~ 24 $\mu$ m 10 ~ 120 $\mu$ m	측정물에 따름 0.01~1800 $\mu$ m	계기마다 다름 0~2000(5000) $\mu$ m 0~3000 $\mu$ m
측정 가능한 샘플 형태	가스켓이 샘플에 밀착되어 시약이 새지 않으면 평면, 곡면, 원형 측정가능. 작은물체, 와이어는 약세서리 (WT)를 사용.	비접촉 측정으로 측정면이 평평하다면 어떠한 모양이라도 가능.	평면형태의 PCB 기판.	평면, 볼록, 오목 및 내경 측정용. 각종 전극과 전극가이드가 있음.	접촉식 전극에 가이드가 있어 볼록면도 측정이 용이.
측정 면적	A가스켓 : 3.4mm $\emptyset$ B가스켓 : 2.4mm $\emptyset$ C가스켓 : 1.7mm $\emptyset$	0.1, 0.2, 0.5, 1.0, 2.0 mm $\emptyset$ (선택사양 : 0.05 $\times$ 0.5, 0.05 mm $\emptyset$ )	4핀 전극 핀과 핀간격 1mm 또는 2mm핀의 직경 0.1R 또는 0.05R	표준전극 6mm $\emptyset$ 마이크로 전극 3mm $\emptyset$	기본 10mm
특징	파괴식 측정방식으로는 가장 간편하고 개인의 오차가 적다. 측정오차 : $\pm$ 1% ISO 규격을 따르고 있으며, 한국과 일본에서 각종 연구소에 납품다층 도금 두께 측정가능. 특허받은 에어 교반방식 채택. 에러표시, 조작 지시사항 표시로 조작이 간편. 두께 측정값, 통계, 회사명, 측정 날짜 프린터 출력 (CT-3제외).	대화식 인터페이스이므로 작업이 간단. 카메라로 확대된 측정물을 컬러모니터를 확인하면서 측정하므로 사용이 편리. 비파괴 비접촉식이므로 다층, 합금의 두께, 얇은 두께를 측정하는데 최적형상이 복잡하고 정밀한 소형전자부품, 귀금속, 고가도금샘플 측정에 최적. 각 지점의 두께를 연결하여 3차원으로 표시기능. 측정지점을 지정시 자동으로 측정.	1초 이내 PCB 기판 위의 동박(Copper Foil)을 간편하게 측정하는 최적의 계측기. 4pin 전극(Kelvin System) 측정 방법을 채용. 단층 PCB 혹은 다층 PCB에서의 정확한 측정가능.	채널 또는 전극을 교환하는 것에 따라 매우 정밀하게 사용할 수 있음. 단, 시간(1초이내)로 측정 가능하기 때문에 전수검사에 최적. DMC-200은 대화식으로 검량선으로 120개 내장측정 모드 선택에 따라 작은 부품, 파이프, 다이캐스트 제품의 측정 가능.	크기가 소형이므로 들고 다닐수 있는 포터블 타입. 오차 - 측정값의 2%( $\pm$ 1 $\mu$ m) 컴퓨터와 연결하면 실시간 측정 및 저장, 각종 그래프 기능제공(Virtual Gauge) 프린터 출력기능(M모델).
계기 구성	계기본체 컴퓨터(GCT-311) 측정대 / 전해액 / 셀 가스켓 표준시편	계기본체 컴퓨터 프린터 표준시편 측정모니터	계기본체 컴퓨터 전극 표준시편	본체 컴퓨터 (DMC-200) 전극전극가이드 또는 측정대 (옵션) 표준시편 튜닝커퍼	본체 원소재 보관케이스 한글메뉴얼

# 도금두께측정기 종합사양표

하지 / 도금	Au	Ag	Cd	Cr	Cu	Ni	Pb	Sn	Zn	알루미늄	Al
Al	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	B	*
		C	C	EC	C	EC	C	C	C	E	
Cu	XB	XB	XB	X	*	X	XB	XB			B
	C	C	EC	EC		EC	C	C	EC	*	
Fe	XB	○		XB	XB	X	○	○	XB	*	B
	EC			EC	EC	EC			EC		M
Mg	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	*	*
		C	C	C	C	C	C	C	C		
Ni	X	XB	XB	X		*	XB	XB	X	*	B
	EC	C	C	C	C		C	C	C		
Ti	XB	XB	XB	X	X	X	XB	XB	XB	*	B
	EC	EC	EC	C	EC	EC	C	EC	EC		E
Zn다이캐스팅	XB	XB	XB	XB	X	X	XB	XB	*	*	B
플라스틱	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	*	B
	C	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC		E
순수 Cu	B	XB	X	X		X	XB	XB		*	B
	C	C	C	EC	C	C	C	C	C		
Cu합금	XB	XB	XB	X		X	XB	XB		*	B
	C	C	C	EC	C	EC	C	C	C		
Fe-Ni	XB	XB	XB	X	X		XB	XB	X	*	B
	E	EC	EC	EC	EC	C	C	C	C		E
Ni-P	XB	XB	XB	X	X	*	XB	XB	X	*	B
	EC	EC	EC	C	EC		C	C	C		E
SUS	XB	XB	XB	X	X	X	XB	XB	X	*	B
	E	EC	EC	EC	EC	C	C	EC	EC		E
Alumina	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	*	
	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC	EC		E

하지 / 도금	수 지	Ag-Pb	Cu-Zn 60:40	Fe-Zn 10:90	Ni-P 90:10	Ni-Zn 10:90	Sn-Ni 50~65:50~35	Sn-Pb 90~60:10~40	Sn-Zn 22:78	Ni-Fe 65~85:35~15
Al	B	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB	XB
	E	C	C	E	C	E	E	EC	EC	C
Cu	B	XB		X E	X	X	X	XB	XB	
	E	C	E	M		E	E	C	C	
Fe	OB	○	XM	XB	X C	XM	XM	XB	XB	
	EM		EC					EC	MC	
Mg	B	XB	XB	*	XB	XB	XB	XB	XB	XB
	E	E	C		C		E	EC	EC	
Ni	B	XB	*	X	*	*	*	XB	XB	
		EC						C	C	
Ti	B	XB	XB	*	X C	X	XB	XB	XB	
	E	EC	EC					C	C	
Zn다이캐스팅	B	XB	*	XB	X	*	X	XB	*	
	E			E						
플라스틱	B	XB	XB	*	XB	XB	XB	XB	XB	XB
		EC	EC		C	E	E	EC	EC	
순수 Cu	B	XB	*	X		*	X	XB	B	
	E	C			X			C		
Cu합금	B	XB	*	X		X	X	XB	XB	
	E	C			X			C	C	
Fe-Ni	B	XB	X	X	C	X	X	XB	XB	
	E	C	C		*			C	C	
Ni-P	B	XB	X	X		X	X	XB	XB	
	E	C		E	X			C	C	
SUS	B	X	X	XB	C	X	X	XB	XB	
	E		E	E				C	C	
Alumina	B	XB	XB		XB	XB	XB	XB	XB	XB
		C	EC		EC	E	E	EC	EC	

X = 형광X선식 방식 / B = β 선역후광 방식 / E = 와전류식, C = 전해식 / M = 전자식 / ○ = 모든방식 가능 / \* = 동일종류 등의 이유로 측정이 불가능

위의 표는 도금과 하지에 따라 측정범위는 다를 수 있습니다. 자세한 사항은 해당하는 계기에 해당하는 내용을 확인하십시오. 위의 경우 이외에도 측정가능한 조합이 있으므로 본사와 상담해 주십시오.

# 도금두께측정기 종합사양표



도금/하지 조합	추천방식과 모델	설 명
Cr/Ni/Cu/Fe Cr/Ni/Cu/Brass Cr/Ni/Cu/Zn 다이케이팅 Cr/Ni/Cu/ABS수지 Cr/Ni/Cu Cr/Ni/Fe Ni/Cu/Fe Ni/Cu Ni/Fe	전해식 : CT-2/ GCT-311/ CT-3 형광X선 : COSMOS-2X/ EX-3000	다층도금을 측정 할수 있는 측정기는 전해식과 형광X선 방식이 있습니다. 니켈도금이 포함된 샘플은 전해식 혹은 형광X선 도금두께측정기를 사용합니다. 그러나, 니켈도금이 30 $\mu$ m을 초과하는 경우 형광X선 방식으로는 측정값의 부정확성 때문에 전해식 방식을 사용합니다. 전해식 방식은 최대 300 $\mu$ m까지 측정가능합니다. 니켈은 다른 도금과 달리 자성(Magnetic)을 가지고 있는 금속 이므로 소재와 상관없이 휴대형 장비로는 측정이 불가합니다.
Zn/Fe	전해식 : CT-2/ GCT-311/ CT-3 형광X선 : COSMOS-2X/ EX-3000 와전류 : DMC-211/ D-20	아연도금은 모든 방식의 도금두께측정기로 측정이 가능합니다. 일반적으로 업계에서는 전해식을 가장 많이 사용하지만 측정방법이 번거롭고, 측정시간을 필요로 한다는 단점이 있습니다. 형광X선 방식은 측정하기에 매우 편리하여, 극히 작은 샘플 혹은 Wire 종류까지 측정가능합니다. 와전류식 방식은 하루에 많은 샘플을 측정해야하는 환경에 적합하며, 측정속도가 대단히 빠르고 비교적 안정적인 측정값을 나타냅니다. 저렴한 휴대형 두께측정기로도 전기아연도금을 측정할 수 있으나 오차가 매우 크기 때문에 성적서 작성용으로는 쓰이지 못합니다.
Au/Ni/Cu/Fe Au/Ni/Cu/수지	형광X선 : COSMOS-2X/ EX-3000 전해식 : GCT-311/ CT-2	금도금에 관련된 부품들은 측정면적이 작습니다. 최소측정면적이 0.1mm $\emptyset$ 인 형광 X선방식을 가장 많이 사용하며, 비파괴적이기 때문에 값비싼 샘플을 손상시키지 않습니다. 자동스테이지 모델의 경우, 기판의 패턴의 두께를 자동으로 측정할 수 있으므로 대단히 유용합니다. 경우에 따라 샘플크기가 크고 파괴해도 상관없는 샘플인 경우 전해식 측정기로도 사용합니다.
Ag/Cu Ag/Ni Ag/Fe Ag/세라믹	전해식 : GCT-311/ CT-2 와전류 : DMC-211/ D-20 형광X선 : COSMOS-2X/ EX-3000	중전기 관련부품은 도금두께가 대단히 두껍고, 부피가 크기 때문에 형광X선 방식 보다는 전해식 혹은 와전류식을 많이 사용합니다. 얇은 도금인 경우에는 형광X선 방식과 전해식 방식이 사용됩니다.
Ni-P/Fe	형광X선 : COSMOS-2X/ EX-3000 전해식 : CT-2/ GCT-311/ CT-3	형광X선 방식은 무전해 니켈두께와 동시에 인(P)함금비를 표시합니다. 무전해 니켈도금두께가 매우 두껍다면 형광X선식과 전해식은 오차가 많이 발생합니다.
Sn/Cu Sn/Fe	형광X선 : COSMOS-2X/ EX-3000 전해식 : CT-2/ GCT-311/ CT-3	일반적인 주석도금에서 형광X선 방식이 많이 사용됩니다. 동위의 주석층 사이에서는 주석과 동의 합금층이 존재하고 있습니다. 형광X선 방식을 포함한 비파괴 방법에서는 순수한 주석층과 합금층까지 더하여 측정이 가능합니다. 전해식은 순수 주석층과 합금층을 분리하여 혹은 합쳐서 측정이 가능합니다.
Sn/Cu	전해식 : CT-2/ GCT-311	COF, TAP 등 반도체 관련 부품에서 Cure 공정후 순수한 Sn층만 측정가능하며, 합금층(확산층)만 측정도 가능합니다.
Sn-Pb/Cu Sn-Pb/Fe	형광X선 : COSMOS-2X/ EX-3000	형광X선 방식은 Sn-Pb의 도금두께와 합금비를 동시에 측정합니다. 리드프레임을 측정하는 경우 자동스테이지 모델의 자동측정기능을 이용하면 대단히 편리하게 사용하실 수 있습니다.



# 도금두께측정기 종합사양표

도금/하지 조합	추천방식과 모델	설 명
페인트 · 도장/ Fe	휴대형(철) : MG-401/ QN-4200-F/ QN-7500-F 와전류 : DMC-211/ D-20	주로 휴대형(철소재용) 측정기를 많이 사용합니다. 각종 사용환경에 따라 적합한 모델을 선택하는 것이 중요합니다.
인산염/ Fe 흑착색 피막/ Fe 다크로/ Fe	휴대형(철) : QN-7500-F/ Keyless-FN 와전류 : DMC-211/ D-20	매우 정밀하고 신속한 수입검사를 위해 실험실용 장비인 와전류식을 사용하는 업체도 많습니다.
Cr(경질크롬)/ Fe	와전류 : DMC-211/ D-20 휴대형 : QN-7500-F/ Keyless-FN 전해식 : CT-3/ CT-2/ GCT-311	경질도금의 경우 샘플크기가 크고 무겁기 때문에 실험실용보다는 휴대형을 많이 사용합니다. 그러나, 평면보다는 원형샘플을 측정하는 경우 많은 오차가 발생할 가능성이 있습니다. 따라서 충분한 검토와 자문을 구하신 후에 제품을 선택하시기 바랍니다.
아노다이징(양극산화피막) / 알루미늄	휴대형 : QN-4500-FN/ QN-7500-N/ Keyless-FN 와전류 : DMC-211/ D-20	많은 업체에서 휴대형 코팅두께측정기를 사용합니다. 평면보다는 원형샘플을 측정하는 경우 많은 오차가 발생할 가능성이 있습니다. 따라서 충분한 검토와 자문을 구해 제품을 선택하시기 바랍니다. 매우 정밀한 측정을 위해 와전류식을 사용하는 업체도 있습니다.
페인트 도장 / 스테인레스 스틸 (SUS)	휴대형 : Keyless-FN/ QN-4500-FN/ QN-7500-N	SUS소재는 합금이므로 정확한 측정을 하는것은 매우 까다롭습니다. Automation의 제품은 타사에 비해 비교적 안정적인 재현성을 표시합니다. SUS 종류에 따라 측정 불가능한 경우도 있기에 반드시 사전에 샘플을 측정하도록 하여야 합니다.

## ● 아연도금과 두께측정기

자료 출처 : ELEC FINE 연구소

측정방식/ 도금방식	전해식	현미경	전자식	형광X선식	와전류식
시 안	100%	100%	100%	100%	100%
저시안	100%	100~120%	100~120%	100%	50~100%
징케이트	100%	120~150%	120~150%	100%	50~60%
염 화	100%	100~120%	100~120%	100%	50~100%
용 용	100%	100%+a	100%+a	100%+a	100%+a

● 전해식 도금두께측정기 : 패러데이의 법칙(Faraday's law)을 응용한 도금측정기이므로 중량법의 측정결과와 거의 일치합니다. 하지만 현미경과의 비교에서는 도금방법에 따라 밀도가 다르기 때문에 큰 차이가 발생할 수 있습니다.

● 휴대형(철소재용) 도금두께측정법 : 하지만 철판에서의 코팅과의 거리를 측정합니다. 측정오차는 접촉 안정성에서 ±1㎛이지만, 현미경에서 절단면 검사와 거의 같은 값을 얻을 수 있습니다. 그러나 징케이트 방식과 같이 극히 밀도가 적게되면, 중량법과 비교하여 도금두께가 두껍게 표시되며 하지 두께가 0.2mm 이상이 요구됩니다.

● 와전류식 도금두께측정법 : 도금의 전도도를 측정하여 도금두께로 변환합니다. 감도가 높고 접촉 안정성이 좋으므로, 분해능이 좋고 측정오차가 적습니다. 그렇지만 도금의 전도도에 의한 영향이 크기 때문에 도금방법에 의해서 전도성의 오차를 대단히 많이 받습니다. 시안 도금과 징케이트 도금방식에서는 거의 2배의 차이가 납니다. 반드시 도금방법에 따라 표준시편을 만들어 사용하여야 합니다.

● 현미경 단면 측정법 : 도금두께를 직접 측정하는 방법이므로 좋은 비교대상이 됩니다. 그러나 측정을 위한 준비에 숙련이 필요하고, 절단, 고정, 연마, 에칭 등의 각 공정에서 오차가 발생할 수 있습니다. 또한 숙련된 기술자이라도 ±5%의 오차를 얻기 위해서는 10㎛ 이상의 도금두께가 필요하고 시간이 오래 걸리는 단점이 있으며, 저시안, 징케이트, 염화방식의 측정시에는 전해식에 비해 약간 두껍게 나타나는 경향이 있습니다.

● 형광X선 도금두께측정법 : 도금에서 나오는 형광X선량으로부터 도금 두께를 환산하므로 전해식 두께측정기 및 중량법의 측정결과와 거의 일치합니다. 그러나, 측정면적이 너무 좁기 때문에 여러 곳을 측정해야만 비교적 샘플과 일치하는 측정값을 얻을 수 있습니다.

● 중량법 : 면적을 한정하고, 도금의 부착전후의 중량차에서 도금중량을 산출하여, 이론밀도로 도금두께를 환산합니다. 아연 도금의 내식성 원리로 말하면 가장 좋은 방법이라 말할 수 있지만, 정밀도를 얻기 위해서는 어느 정도의 면적이 필요하기 때문에 일정한 면적에서의 평균도금 두께밖에 얻을 수 없습니다. 따라서, 특정 장소의 도금두께는 측정할 수 없습니다.



# The periodic law of the elements

## 원소 주기율표

1 <b>H</b> Hydrogen 1.0079	2 <b>He</b> Helium 4.0026																	10 <b>Ne</b> Neon 20.180	18 <b>Ar</b> Argon 39.948	36 <b>Kr</b> Krypton 83.798	54 <b>Xe</b> Xenon 131.29	86 <b>Rn</b> Radon (222)																							
3 <b>Li</b> Lithium 6.941	4 <b>Be</b> Beryllium 9.0122																	9 <b>F</b> Fluorine 18.998	17 <b>Cl</b> Chlorine 35.453	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	53 <b>I</b> Iodine 126.90	85 <b>At</b> Astatine (210)																							
5 <b>B</b> Boron 10.811	6 <b>C</b> Carbon 12.011	7 <b>N</b> Nitrogen 14.007	8 <b>O</b> Oxygen 15.999	13 <b>Al</b> Aluminum 26.982	14 <b>Si</b> Silicon 28.086	15 <b>P</b> Phosphorus 30.974	16 <b>S</b> Sulfur 32.065	32 <b>Ge</b> Germanium 72.64	33 <b>As</b> Arsenic 74.922	34 <b>Se</b> Selenium 78.96	50 <b>Sn</b> Tin 118.71	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.97	103 <b>Lr</b> Lawrencium (262)																													
11 <b>Na</b> Sodium 22.990	12 <b>Mg</b> Magnesium 24.305	19 <b>K</b> Potassium 39.098	20 <b>Ca</b> Calcium 40.078	21 <b>Sc</b> Scandium 44.956	22 <b>Ti</b> Titanium 47.867	23 <b>V</b> Vanadium 50.942	24 <b>Cr</b> Chromium 51.996	25 <b>Mn</b> Manganese 54.938	26 <b>Fe</b> Iron 55.845	27 <b>Co</b> Cobalt 58.933	28 <b>Ni</b> Nickel 58.693	29 <b>Cu</b> Copper 63.546	30 <b>Zn</b> Zinc 65.409	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.41	80 <b>Hg</b> Mercury 200.59	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93	100 <b>Fm</b> Fermium (257)																											
17 <b>Cl</b> Chlorine 35.453	18 <b>Ar</b> Argon 39.948	35 <b>Br</b> Bromine 79.904	36 <b>Kr</b> Krypton 83.798	53 <b>I</b> Iodine 126.90	54 <b>Xe</b> Xenon 131.29	85 <b>At</b> Astatine (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)	65 <b>Tb</b> Terbium 158.93	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.97	102 <b>No</b> Nobelium (259)	101 <b>Md</b> Mendelevium (258)	100 <b>Fm</b> Fermium (257)																												
37 <b>Rb</b> Rubidium 85.468	38 <b>Sr</b> Strontium 87.62	39 <b>Y</b> Yttrium 88.906	40 <b>Zr</b> Zirconium 91.224	41 <b>Nb</b> Niobium 92.906	42 <b>Mo</b> Molybdenum 95.94	43 <b>Tc</b> Technetium (98)	44 <b>Ru</b> Ruthenium 101.07	45 <b>Rh</b> Rhodium 102.91	46 <b>Pd</b> Palladium 106.42	47 <b>Ag</b> Silver 107.87	48 <b>Cd</b> Cadmium 112.41	49 <b>In</b> Indium 114.82	50 <b>Sn</b> Tin 118.71	81 <b>Tl</b> Thallium 204.38	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astatine (210)																											
55 <b>Cs</b> Cesium 132.91	56 <b>Ba</b> Barium 137.33	57 <b>La</b> Lanthanum 138.91	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.95	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.21	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.22	78 <b>Pt</b> Platinum 195.08	79 <b>Au</b> Gold 196.97	80 <b>Hg</b> Mercury 200.59	81 <b>Tl</b> Thallium 204.38	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astatine (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)	87 <b>Fr</b> Francium (223)	86 <b>Ra</b> Radium (226)	89 <b>Ac</b> Actinium (227)																									
58 <b>Ce</b> Cerium 140.12	59 <b>Pr</b> Praseodymium 140.91	60 <b>Nd</b> Neodymium 144.24	61 <b>Pm</b> Promethium (145)	62 <b>Sm</b> Samarium 150.36	63 <b>Eu</b> Europium 151.96	64 <b>Gd</b> Gadolinium 157.25	65 <b>Tb</b> Terbium 158.93	66 <b>Dy</b> Dysprosium 162.50	67 <b>Ho</b> Holmium 164.93	68 <b>Er</b> Erbium 167.26	69 <b>Tm</b> Thulium 168.93	70 <b>Yb</b> Ytterbium 173.04	71 <b>Lu</b> Lutetium 174.97	72 <b>Hf</b> Hafnium 178.49	73 <b>Ta</b> Tantalum 180.95	74 <b>W</b> Tungsten 183.84	75 <b>Re</b> Rhenium 186.21	76 <b>Os</b> Osmium 190.23	77 <b>Ir</b> Iridium 192.22	78 <b>Pt</b> Platinum 195.08	79 <b>Au</b> Gold 196.97	80 <b>Hg</b> Mercury 200.59	81 <b>Tl</b> Thallium 204.38	82 <b>Pb</b> Lead 207.2	83 <b>Bi</b> Bismuth 208.98	84 <b>Po</b> Polonium (209)	85 <b>At</b> Astatine (210)	86 <b>Rn</b> Radon (222)	87 <b>Fr</b> Francium (223)	88 <b>Ra</b> Radium (226)	89 <b>Ac</b> Actinium (227)	90 <b>Th</b> Thorium 232.04	91 <b>Pa</b> Protactinium 231.04	92 <b>U</b> Uranium 238.03	93 <b>Np</b> Neptunium (237)	94 <b>Pu</b> Plutonium (244)	95 <b>Am</b> Americium (243)	96 <b>Cm</b> Curium (247)	97 <b>Bk</b> Berkelium (247)	98 <b>Cf</b> Californium (251)	99 <b>Es</b> Einsteinium (252)	100 <b>Fm</b> Fermium (257)	101 <b>Md</b> Mendelevium (258)	102 <b>No</b> Nobelium (259)	103 <b>Lr</b> Lawrencium (262)

1 원자번호  
H 원소기호  
Hydrogen 원소이름  
1.0079 원자량

■ 금속 원소  
■ 비금속 원소  
■ 전이원소

■ 붉은색 글자 : 상온에서 기체  
■ 푸른색 글자 : 상온에서 액체  
■ 검은색 글자 : 상온에서 고체

라틴족

악티늄족

(괄호 안에 있는 원자량은 알려진 동위 원소 중에서 수명이 가장 긴 것의 질량이다.)



**SECHANG INSTRUMENTS**



서울특별시 구로구 구로3동 235-2 에이스 하이엔드 타워 1303호  
TEL) 02) 6292-1000 / FAX) 02) 6292-1099  
E-Mail : sechang@sechang.com / Website : www.sechang.com

\* 본 안내서에 소개된 제품은 품질의 향상 및 디자인의 개선을 위해 예고 없이 변경되거나 새로운 모델로 대체될 수 있습니다.



SCT061212V10

