Eddy-Current Non-Destructive Thickness Tester

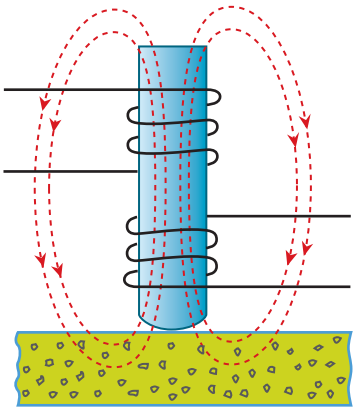
40 와전류식 코팅두께측정기 측정이론

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)을 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.

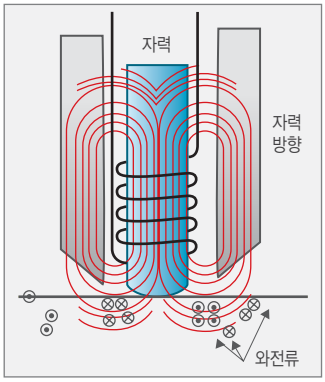
보다 구체적인 연구를 통해 전도율이 다른 모든 소재와 피막의 조합, 예를 들면 플라스틱 소재위의 동도금이나 증착, 철 또는 철강소재 위의 도장, 동소재 위의 크롬 도금 등을 측정할 수 있게 되었습니다. 와전류식 두께측정기는 비교적 적은 측정면적(3mm)을 비파괴로 측정하며 또한 1~2초내 외의 짧은 시간안에 측정할 수 있고, 정밀도나 재현성이 좋아서 플라스틱이나 유리소재 위의 은, 동, 알루미늄 등과 같은 전도성이 좋은 피막에서 50 Å 의 분해능을 얻을 수 있습니다.

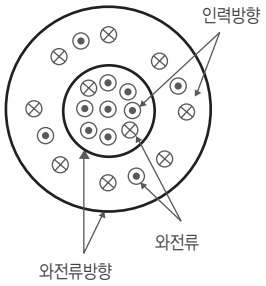
투 과

와전류의 통과는 물질의 저항에 정비례하며, 도체성의 루트에 반비례합니다. 예를 들어, 황동의 도체성은 은의 $\frac{1}{4}$이지만, 이것의 와전류 통과는 은의 두배이므로 같은 주파수를 사용해 두배의 두께 측정이 가능합니다.

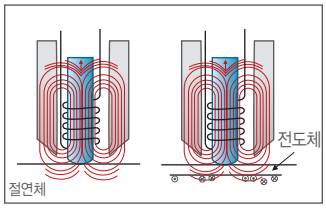
와전류의 통과는 주파수의 루트에 반비례합니다. 예를 들어, 431㎑(전극 범위 "B")는 1.725㎑(전극 범위 "C")에 비해 두배 깊은 깊이까지 통과합니다.
(즉, 전극 범위 "B"는 전극범위 "C"에 비해 두배의 두께를 측정합니다.)

측정원리

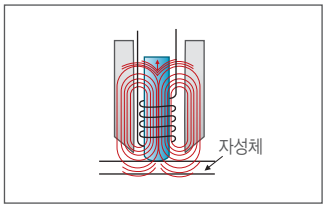




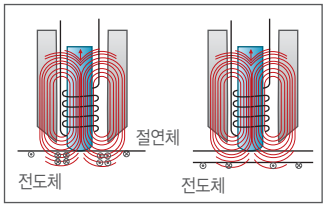
고주파 전류를 흘리는 전극을 금속에 접근시키면 금속에는 전류가 발생하는데 이 전류를 와전류(Eddy Current)라 부릅니다.
와전류는 고주파 흐름의 세기, 주파수 및 금속의 전도도에 비례하고, 주파수의 평방미터에 반비례합니다. 만약, 주파수가 일정하고, 재질 형태등의 조건이 같고 피막의 두께만이 다르다고 가정했을 경우, 표면의 실제 전도도는 피막두께에 따라 달라집니다.
따라서, 이 와전류에 의해서 전극저항이 변화하게 되고 이 변화량으로부터 피막의 두께를 계산해 낼 수 있습니다.



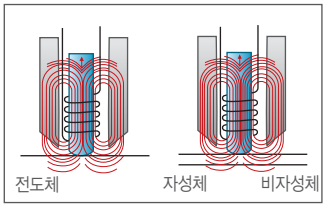
- 피막에 자성이 있는 경우는 자기회로가 피막에서 단락되므로, 피막이 두꺼워질 수록 자기저항이 증가합니다.



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



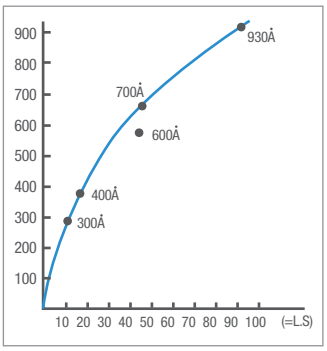
- 피막이 비자성체이고 하지가 자성이 있는 경우를 가정한다면, 피막두께가 증가할 수록 전기저항이 증가하게 됩니다. 따라서, 자속은 증가하지만 자기저항은 감소합니다.
또, 피막에 전도도를 감안하면 이 영향은 크게 미치게 됩니다.



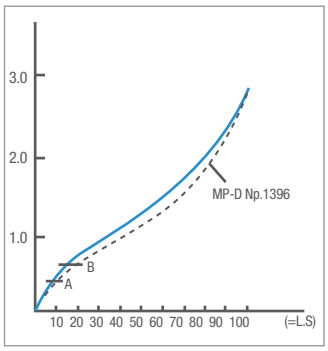
- 이상과 같이 피막 및 하지에 의한 전극의 전기저항이 피막과 하지조합에 따른 변화를 이용하여 그 피막의 두께를 얻을 수 있습니다. 보다 두꺼운 피막을 측정할 때에는 사용주파수를 높이는 것이 좋지만 분해능을 좋게 하기 위해서는 주파수를 너무 높이면 정밀도나 재현성이 낮아집니다. 또, 전극리드선의 길이에 크게 영향을 받게되므로 일반적으로 10㎒가 한계가 됩니다.

와전류 측정이론

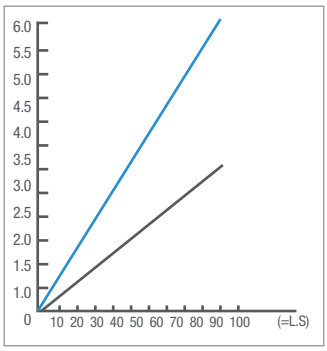
▶ 응 용



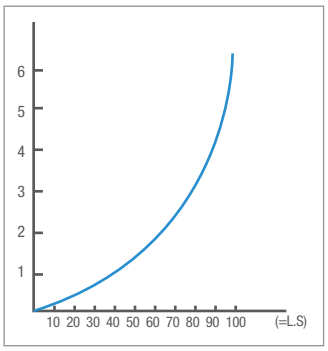
- 와전류식 도금두께측정기에 있어서 채용주파수는
  RANGE A : 101.8㎑ / B : 431㎑,
  C : 1.725㎒/ D : 6.9㎑
  이고 증착막 등의 측정에는 RANGE D의 6.9㎒를 사용합니다. 또, 전극은 MP형, SP형 모두 사용할 수 있습니다.
  위의 그림은 실제로 폴리에스테르 필름에 Al를 증착한 것을 측정한 특성그래프로 가로축은 미터눈금, 세로축은 증착 피막 두께를 표시한 그래프입니다.



- 위의 그림은 더욱 3㎛까지의 특성 그래프입니다.

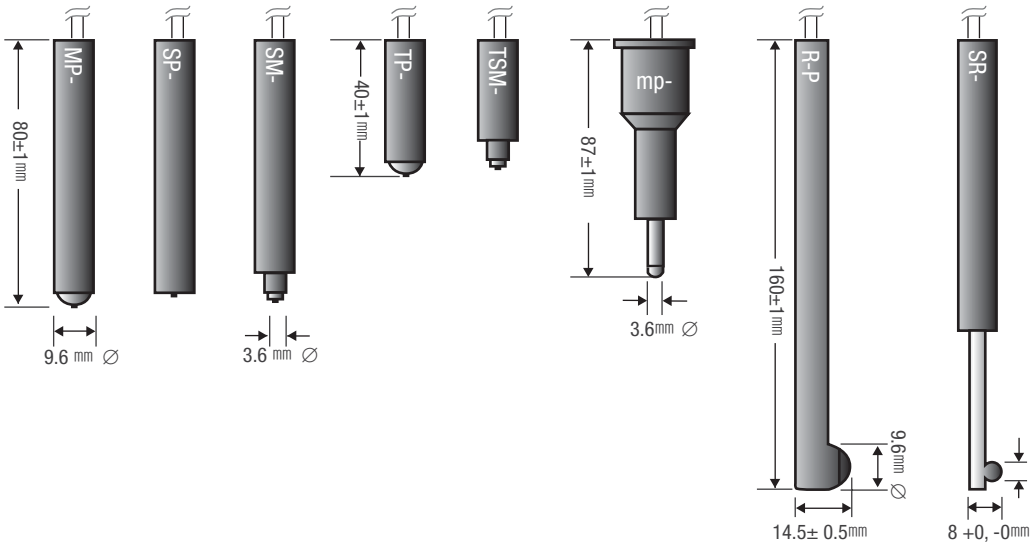


- 이것은 동이나 은의 경우에도 거의 같은 특성을 가지게 됩니다. 또, 하지가 절연체이라면 폴리에스테르, 알루미늄, 실리콘 등에서도 측정값을 얻을 수 있습니다.
  피막이 절연체이고 하지가 전도체의 경우에는 60㎛정도까지 정비례하는 특징을 가지고 있습니다. 이 경우의 측정 오차는 ±1㎛ 내외입니다.



- 피막이 전도체이고 하지가 자성체인 경우는 위와 같은 결과가 나오게 됩니다. 이 경우의 측정도는 피막의 재질에 의해 달라집니다. 피막이 비자성 절연체이고, 하지에 자성이 있는 경우는 하지의 거칠기나 흠집, 응력에 의한 자기에 의해 수㎛의 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

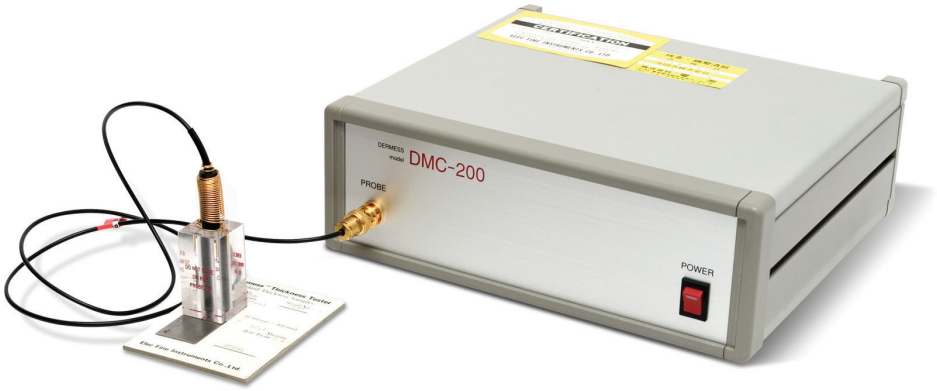
전극형태	평 면	곡면 (Convexrod concave) 하지 : 철 또는 구리			파이프 내부	곡면 (Convexrod concave) 전도성 금속도금 / 철 하지		
MP	5mmD	3.2mmR	6.4mmD	6.4mmD	102mmD	6.4mmD	12.8mmD	6.4mmD
SP	5mmD	3.2mmR	6.4mmD	--	--	6.4mmD	12.8mmD	--
RP	5mmD	3.2mmR	6.4mmD	6.4mmD	16mmD	6.4mmD	12.8mmD	6.4mmD
SM	3mmD	1.6mmR	3.2mmD	3.2mmD	102mmD	3.2mmD	6.4mmD	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
μF/μP	3mmD	1.6mmR	3.2mmD	3.2mmD	77mmD	3.2mmD	6.4mmD	3.2mmD

와전류 측정이론

측정가능 도금 / 하지 조합과 측정범위

코 팅	하 지	측정범위 (㎛)	교정범위 (㎛)	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㎛		D	
		1~5		D	

DMC-211



최고의 측정속도, 전수검사에 최적

- 가장 신속하고 빠른 도금두께 측정기
- 전기도금, 에폭시, 고무, 경질, 산화막 코팅두께 측정
- 파이프 내부등 특수하고 다양한 형태의 샘플 측정
- PC, 노트북과 연결사용
- 평면 최소측정면적 3mm^2
- 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(옵션) (SR, RP, mp, TSM, TP, SM, SP, MP)
- SM전극을 사용하여 볼트머리와 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

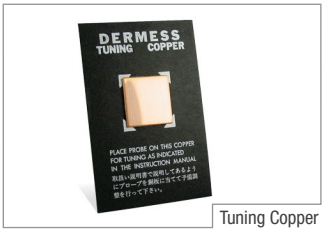
- 평면 최소측정면적 3mm^2

- 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

- PC 와 연결하여 사용하기 때문에 조작이 매운 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 출력기능
- 각 채널 별로 데이타 저장 및 출력기능
- 소형샘플 측정이 가능한 경제적인 비파괴 디지털 측정기

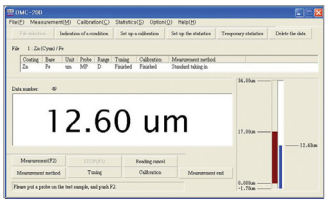
극소형 SM전극

D-20

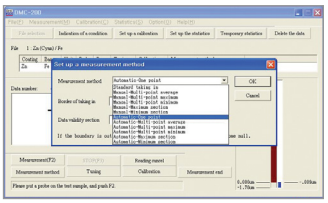
D-20

- 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

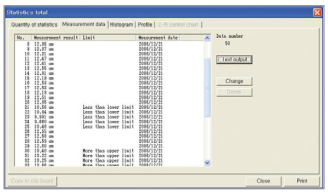
계기 측정화면



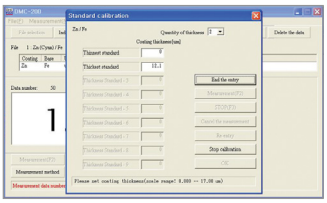
신속한 측정화면



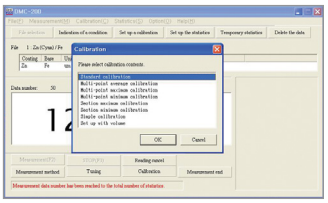
다양한 측정방법



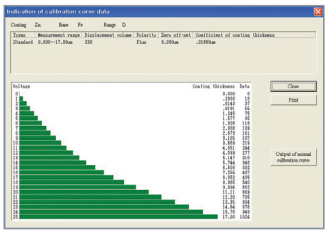
상하한 설정시 측정값 표시



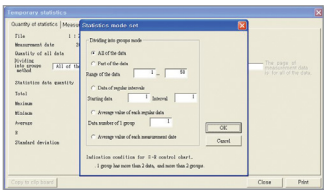
표준교정 설정



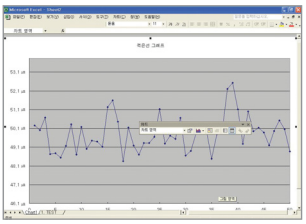
다양한 교정방법



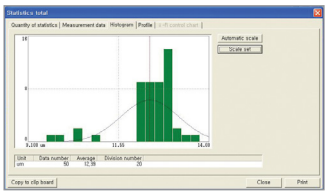
다양한 교정커브



다양한 통계설정



꺾은선 그래프

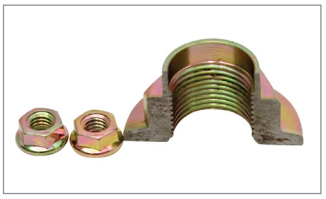


히스토그램

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)
측정가능한 피막	측정가능한 사양표 참조
측정원리	와전류식 방식(Eddy-current)
측정범위	측정가능한 사양표 참조
측정단위	mm, ㎛, mil, MI, A
측정모드	코팅두께측정
메모리용량	40 채널 / 120,000 데이터

화면표시	노트북 혹은 PC모니터
통 계	최대, 최소, 평균, 표준편차, 히스토그램, 상한, 하한값
진동주파수	A : 107.8 KHz / B: 31KHz / C : 1.726 MHz / D: 6.9MHz
전 원	AC100~230V ±10% 50/60Hz 10VA (본체)
크 기	280 × 230 × 88 mm
중 량	3 Kg