

## 금도금을 위한 AISI 304 스테인레스강 표면의 세정

한범석, 장현구\*

성균관대학교 금속공학과

\*성균관대학교 재료공학과

## A Study on the Cleaning of AISI 304 Stainless Steel Surface for Gold Plating

B. S. Han and H. K. Chang\*

Dept. of Metallurgical eng., Sung Kyun Kwan Univ., Suwon 440-746 Korea

\*Dept. of Materials eng., Sung Kyun Kwan Univ., Suwon 440-746 Korea

### Abstract

AISI 304 stainless steel has high resistance to corrosion due to the presence of a self-healing chromium oxide film on the surface, which also accounts for the difficulty in plating. Surface cleaning of this alloy is of fundamental importance in gold plating since its effectiveness puts an upper limit on the quality of the final coating. The cleaning of AISI 304 stainless steel was investigated with elimination of artificial passive oxide film and degreasing of remaining buffing wax as stearic acid. The familiar cleaning methods i.e. ultrasonic cleaning, electro-cleaning and activation treatment were fabricated in this study. Activation treatment showed best cleaning efficiency for elimination of passive oxide film among these methods, which was also confirmed by AES(Auger electron spectrometer) analysis. However, the best condition of cleaning was obtained by combining these methods. Electrocleaning time, for degreasing the stearic acid layer, was decreased with increasing amount of added KCN.

### 1. 서 론

스테인레스강은 미려한 표면색상과 우수한 내식성 때문에 그대로 사용되는 경우도 있지만 금도금과 같은 귀금속 도금을 행하여 표면기능을 더욱 향상시켜 줌으로써 장식용, 기능용으로 널리 사용되고 있다<sup>1-3)</sup>. 즉 장식을 목적으로 하는 금도금에는 시계줄, 장신구용등이 있으며 기능을 목적으로 하는 금도금에는 전기접점에 필요한 기계적 성질을 부여하는 콘택터, 스위치부품의 도금 및 반도체

체의 IC 리드부위의 도금등이 있다<sup>4, 5)</sup>. 그 외에도 전자 device용 재료와 같이 고성능과 내식성이 필요한 재료의 표면에 금도금을 하여 사용하기도 한다<sup>6)</sup>.

스테인레스강 표면은 보통 광택을 유지하고 있지만 니켈, 크롬등의 첨가원소 외에 산소도 널리 분포되어 표면 부동태 산화층을 이루고 있다<sup>7, 8)</sup>. 이와같은 부동태 피막이 존재하면 그 위에 직접 도금을 하였을 때 밀착불량이 생기게 된다. 또한 장식을 목적으로 하는 금도금등의 경우 스테인레

스강 표면에 광택을 주기 위해 연마할 때 표면에 잔류한 연마제로 인한 도금 밀착불량이 나타날 수 있다. 따라서 이들을 철저히 제거하고 금도금을 하는 것이 밀착성 좋은 피막을 얻기 위한 필수 요건이다. 일반적으로 스테인레스강 위에 금도금을 할 때 도금밀착성을 향상 시키기 위하여 탈지와 활성화처리등의 전처리 공정을 거친 후 스트라이크 도금과 금도금을 한다. 탈지과정에서는 초음파 탈지, 전해탈지를 행하고 활성화처리 과정에서는 산침지나 산중에서 전해처리를 행한다. 이와같은 세정과정은 스테인레스강 표면에 묻은 이물질들을 제거하고 표면 산화물층을 없애주는 작용을 하지만 도금밀착성에 결정적인 영향을 미치는 부동태 피막 및 연마제등의 완전한 제거는 용이하지 않기 때문에 도금공정에 많은 문제를 야기시키고 있다.

따라서 본 연구에서는 탈지 및 활성화처리등의 세정과정과 세정시 사용하는 첨가제, 처리시간등을 변수로 하여 각 조건이 도금밀착성에 주는 영향을 조사하므로 금도금을 위한 AISI 304 스테인레스강의 가장 좋은 표면 세정조건을 찾아보고자 하였다.

## 2. 실험방법

### 2. 1. 시편제작

본 연구에서는 가공성 및 내식성이 우수하여 장식용, 기능용등의 금도금 소지로 널리 사용되는 AISI 304 스테인레스강을 사용하였고 그 화학적 조성을 Table 1에 나타내었다.

### 2. 2. 부동태 및 스테아린산층 형성

스테인레스강에 금도금을 하는 경우 표면 부동태 산화층이 도금 밀착성에 크게 영향을 미치므로 부동태 피막이 세정처리 과정을 통하여 충분히 제거되었는가를 정량화하고 그 위에 금도금 피막을 입힌 후 밀착성을 측정하기 위하여 스테인레스강 표면에 균일하게 부동태층을 형성시켜야 한다.

Table 1. Chemical compositions of AISI 304 stainless steel (wt%)

Cr	Ni	Mn	Si	C	S	P	Fe
18.18	8.48	1.08	0.46	0.04	0.01	0.01	Bal.

AISI 304 스테인레스강은 자연환경하에서 자기부동태(self-passivation)를 형성하여 얇은 산화물층 또는 흡착층을 이루고 있지만 주변환경에 따라 이 층의 두께가 일정하지 않다<sup>7)</sup>. 따라서 본 연구에서는 AISI 304 스테인레스강 시편을 절단하여 초음파탈지와 전해탈지 방법으로 세정한 후 potentiostat(Laboratory potentiostat Wenking model LB 81 M)를 이용하여 양분극 시켰다. 즉 1N의 H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 수용액에서 스테인레스강을 30mV/min의 주사속도로 양분극시험한 후 안정한 부동태를 나타내는 400mV(vs. SCE)의 영역에서 1~30분의 주어진 시간 유지하여 적정한 두께의 부동태 피막을 형성시켰다. 이와같은 실험조건은 예비실험을 통하여 결정하였다.

스테인레스강의 표면연마를 위해 사용하는 연마제는 연마후의 세척시 완전한 제거가 어렵고 또한 표면에 요철이 있는 재료의 경우 고품의 연마제를 제거하는 것은 더욱 어렵다. 따라서 본 연구에서는 세정처리를 통한 연마제의 제거를 위해 부동태층의 형성시와 마찬가지로 균일한 두께의 연마제층을 형성시키고 이의 제거를 정량화 하고자 하였다. 연마제층의 형성은 연마제의 주성분인 스테아린산을 이용하여 시험하였다<sup>8)</sup>. 스테아린산을 90°C로 가열하여 용융 시킨 후 제작된 시편을 초음파탈지와 전해탈지를 하여 표면 이물질을 제거하고 1분간 침지 하였다. 이후 시편을 꺼내어 30초간 수직으로 세워주어 0.5mm정도 두께의 스테아린산층이 입혀지도록 하였다.

### 2. 3. 세정처리

본 연구에서는 일반적으로 널리 사용되는 전처리 방법인 초음파탈지, 전해탈지, 활성화처리등을

이용하여 부동태층과 스테아린산층을 형성시킨 각각의 경우에 대하여 세정시험하였다. 초음파 탈지액과 전해탈지액의 조성을 Table 2에 나타내었다<sup>10)</sup>. 초음파탈지는 80±5°C의 온도에서 시간을 변화하며 처리하였고 음극 및 양극 전해탈지도 80±5°C의 온도에서 10A/dm<sup>2</sup>의 전류밀도로 처리하였다. 특히 스테아린산층을 입힌 스테인레스강의 세정은 전해탈지액에 KCN의 첨가량을 달리 하여 시험하므로써 KCN이 스테인레스강의 세정에 미치는 영향을 조사하였다. 정상적인 세정이나 전해탈지후에도 스테인레스강의 표면에 부동태 피막이 잔류할 수 있으므로 금도금전에 표면을 활성화시킬 필요가 있다. 활성화처리는 스테인레스강의 활성화처리액으로 널리 알려진 NH<sub>4</sub>F·HF (100 g/L) + HCl(100ml/L) + H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>(50ml/L)의 혼합액을 이용하여 처리하였다. 전해 활성화를 하는 경우는 표면 부동태층의 형성을 방지하기 위해 스테인레스강을 음극으로하고 양극으로는 백금을 입힌 티탄망을 사용하여 1~2A/dm<sup>2</sup>의 전류밀도로 처리하였다<sup>11)</sup>.

Table 2. Compositions of cleaners (g/L)

	NaOH	Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub>	NaSiO <sub>3</sub>	Na <sub>5</sub> P <sub>3</sub> O <sub>10</sub>
ultrasonic cleaning	35	35	11	8
electro-cleaning	45	22	18	5

2. 4. 도금처리

세정처리가 끝난 스테인레스강의 표면에 금스트라이크 도금과 금도금을 하였다. 금 또는 금합금과 같은 귀금속은 이온화 경향이 작기 때문에 밀착불량이 일어나기 쉬우므로 소지금속인 스테인레스강과 금도금층간의 안정한 밀착을 위해 0.05µm의 두께로 금스트라이크도금을 하였다. 금스트라이크도금시의 도금조건을 Table 3에, 도금액의 조성을 Table 4에 나타내었다<sup>12)</sup>. 금스트라이크도금을 행한 스테인레스강을 Table 4에 나타낸 육조성의 도금

Table 3. Operating conditions of gold plating

	Temp. (°C)	pH	current density (A/m <sup>2</sup> )	agitation
gold strike plating	35	3.5	0.8	bubbling
gold plating	35	3.5	0.5	bubbling

Table 4. Compositions of electrolytes (g/L)

	gold as KAu(CN) <sub>2</sub>	citric acid	potassium citrite	potassium hydroxide
gold strike plating	1.5	100.0	100.0	-
gold plating	8.0	100.0	-	40.0

액에서 Table 3의 도금조건으로 금도금하였다. 양극으로는 백금을 입힌 티탄망을 음극으로는 금스트라이크도금을 한 스테인레스강을 사용하였다.

2. 5. 밀착력 측정

본 연구에서는 금도금층의 밀착력에 영향을 미치는 산화층 및 연마제등의 세정효과를 조사하기 위하여 세가지 방법으로 밀착력을 측정하였다. 첫째는 1mm 간격의 눈금을 그어 100개의 mesh를 만들고 테이프를 붙였다 떼어내어 테이프에 묻어 떨어져 나간 mesh의 수를 세어 밀착력을 정량화 하였다. 눈금은 특수강으로 제작된 Cross hatch cutter (Elcometer 107)를 이용하여 만들었다<sup>13)</sup>. 둘째는 인장시험기를 이용하여 스테인레스강으로 부터 도금층을 분리시키는데 필요한 힘을 구하는 topple 시험을 하였다<sup>14)</sup>. 셋째는 scratch 시험기(CSEM Revetest scratch tester)를 이용하여 피복층의 파열형태를 조사하였다<sup>15)</sup>.

2. 6. 표면분석 및 조직관찰

스테인레스강 표면에 존재하는 산화층의 존재 유, 무는 도금후 밀착성의 측정으로 평가가 가능하지만 이는 간접적인 평가이고 세정에 의해 제거된

산화층의 양을 정량화 하기는 곤란하다. 따라서 본 연구에서는 세정처리 전, 후의 스테인레스강 표면을 분석하여 산화층의 제거를 정량화하고자 하였다. 부동태 피막을 형성시킨 스테인레스강 표면을 AES(Auger electron spectrometer Perkin Elmer)를 이용하여 각종 원소의 깊이-농도 분포를 관찰하여 산화층의 두께를 조사하였다. 또한 이를 세정처리후의 스테인레스강 표면에 대한 깊이-농도 분포와 비교하여 세정처리로 인해 산화층의 제거가 가능한지를 관찰하였다.

세정처리를 한 스테인레스강에 금도금을 하고난 후 조직을 관찰하였다. 도금층의 표면과 단면을 주사전자현미경(Scanning electron microscope Jeol JSM 35CF)으로 관찰하였고 EDS(Energy dispersive X-ray spectrometer Tracor Northern series X-ray micro-analysis system)로 도금층 단면의 성분분포를 조사하였다. 한편 도금후의 외관을 육안으로 관찰하여 도금상태를 평가하였다. 즉 양호한 도금층, 밀착성이 불량인 경우, 얼룩지거나 구름짐, 도금층이 부풀어오르는 경우등으로 분류하여 부동태층 또는 스테아린산의 존재로 인한 도금층 표면의 변화를 관찰하였다.

### 3. 실험 결과 및 고찰

#### 3. 1. 부동태 피막의 형성

스테인레스강 표면에 생성되는 산화층의 제거효과를 살펴보기 위하여 동일한 두께의 부동태 피막을 형성시켰다. 부동태층 형성 시간은 주어진 시간 동안 부동태 피막을 형성시킨 후 세정처리 없이 금도금을 하고 간단한 밀착성 평가를 하여 정하였다. Fig. 1은 부동태 피막을 각각 1, 5, 15, 30분으로 시간을 달리하여 형성시킨 후 테이프 시험을 한 결과를 나타낸 것이다. Fig. 1에서 알 수 있듯이 부동태 피막의 형성 시간이 증가함에 따라 떨어져 나간 도금층 mesh의 수가 증가함을 나타내고 있다. 부동태층의 형성 시간이 15분 이상인 경우에는 도금층이 거의 모두 떨어져 나감을 알 수 있었으며

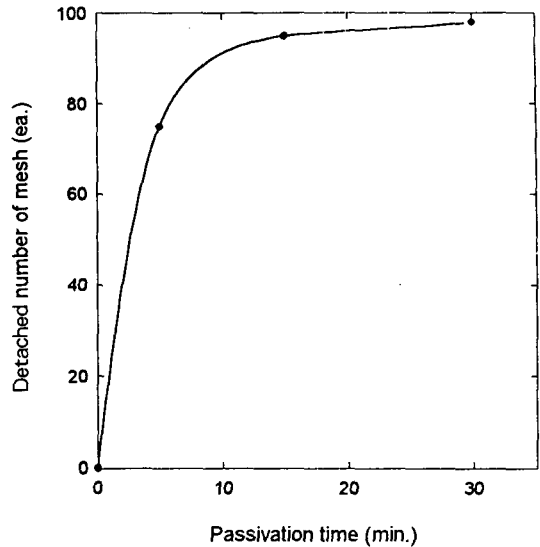


Fig. 1. Effect of passivation time on adhesion as detached number of meshes.

특히 30분 이상 부동태층을 형성시킨 경우에는 도금시킨 금도금층의 광택이 사라지는 현상을 나타내었다. 한편 인장시험기를 이용하여 밀착성을 평가한 tople 시험의 결과도 Fig. 2에 나타나는것 처럼 부동태층을 형성시키는 시간이 증가함에 따라 밀착력의 척도인 moment가 감소하여 밀착성이 저하함을 잘 보여주고 있다. 따라서 본 연구에서는 충분한 부동태 산화층을 형성시킬수 있다고 예상되는 20분을 부동태층 형성시간으로 하였다.

#### 3. 2. 부동태 피막의 세정

형성시킨 부동태층의 제거를 위해 세정처리를 하였다. 세정조건이 부동태층의 제거에 미치는 영향을 관찰하기 위하여 전해탈지와 활성화처리 각각에 대하여 실험하였다. 부동태층을 20분간 형성시킨 스테인레스강을 2분간 초음파탈지 처리를 하고 Table 2에 나타낸 전해탈지액을 이용, 음극 및 양극전해탈지하여 Fig. 3과 같은 결과를 얻었다. Fig. 3은 형성된 부동태 피막을 여러가지 전해탈지 시간 동안 제거하고 금도금을 한 후 테이프 시험을 한 결과를 나타낸 것으로 전해탈지 시간이 증가하

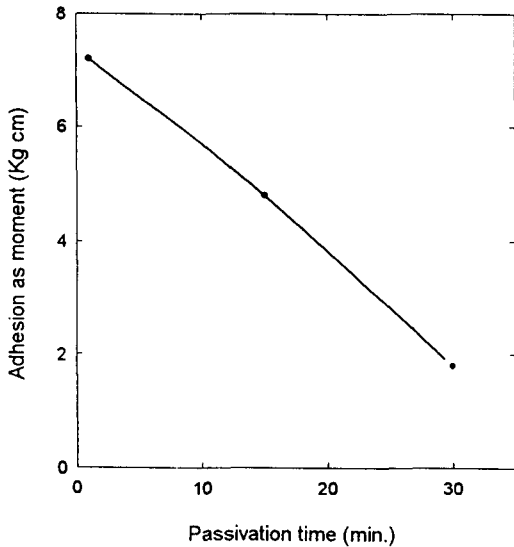


Fig. 2. Effect of passivation time on adhesion as a moment.

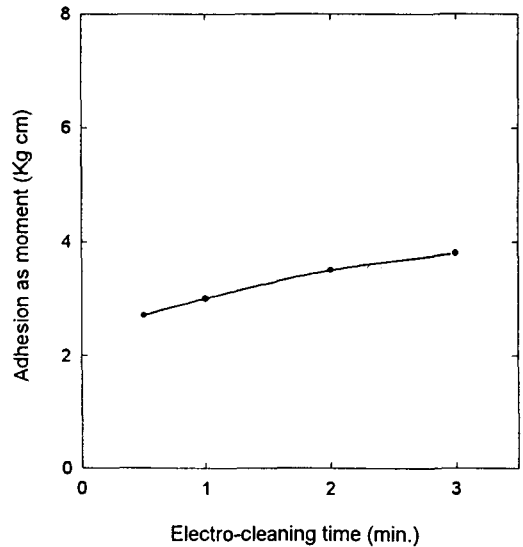


Fig. 4. Effect of electro-cleaning time on adhesion as a moment.

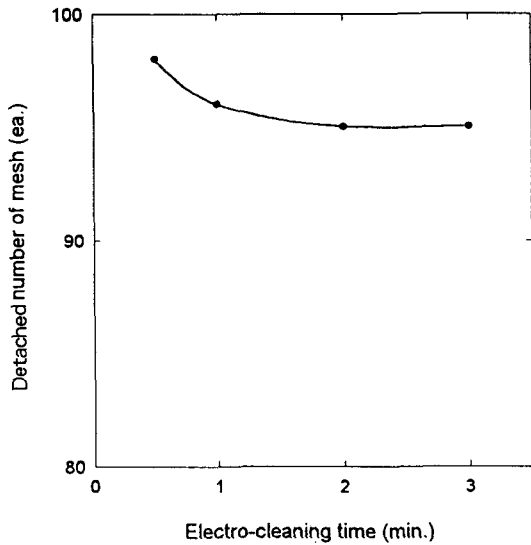


Fig. 3. Effect of electro-cleaning time on adhesion as detached number of meshes.

여도 떨어져 나가는 금도금층의 수는 90개 이상으로 크게 변화하지 않았다. 인장시험기를 이용하여 tople 시험을 한 경우에도 Fig. 4에서 보듯이 전해탈지 시간이 증가하여도 moment 값이  $4\text{kg}^{\circ}\text{m}$  이하로 밀착력의 변화는 크지 않은 것으로 보아 전해탈지는 부동태 피막의 제거에 큰 영향을 끼치지 못

하는 것으로 보인다. 이때 탈지 시간은 음극, 양극 전해탈지 각각의 경우를 동일하게 하여 전체 시간으로 하였다. Fig. 5는 부동태 피막을 초음파탈지한 후 활성화처리만으로 세정처리하였을 때 나타난 결과이다. Fig. 5에서 알 수 있듯이 활성화처리 시간이 증가함에 따라 떨어져 나가는 금도금층의 mesh 수는 크게 감소하였고 특히 60초의 짧은 시간에도 세정이 충분히 이루어지는 것으로 보아 활성화처리가 부동태 피막의 제거에 큰 효과가 있음을 잘 알 수 있었다. 이는 전해탈지가 스테인레스강 표면에서 발생하는 수소 및 산소가스에 의해 세정이 이루어지는 방법이므로 이물질의 제거는 용이하지만 표면 산화층과 같이 소지와 밀착하고 있는 피막의 제거는 어려운 반면에 활성화처리는 산성용액이 표면 부동태층을 용해시키기 때문에 세정이 용이한 것으로 보인다<sup>6)</sup>. 전해탈지와 활성화처리를 동시에 실시한 결과 Fig. 6과 같은 결과를 얻었다. Fig. 6은 전해탈지를 30초 동안 일정하게 처리하고 활성화처리 시간을 달리하여 세정처리한 결과로 이 경우도 Fig. 5의 활성화처리만으로 세정한 결과와 마찬가지로 활성화처리 시간이 증가함에 따라 밀착성이 향상됨을 나타내고 있지만 전해탈지와

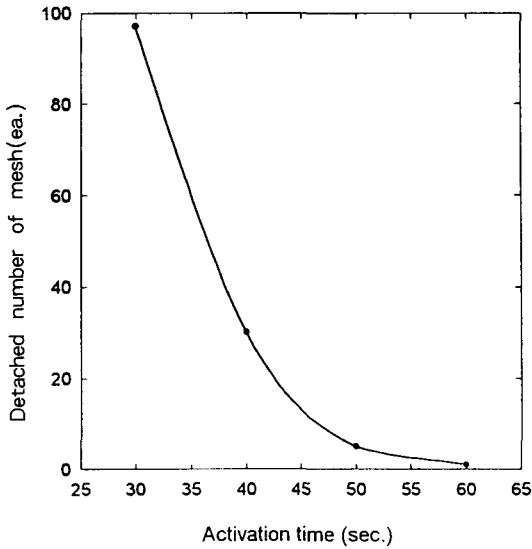


Fig. 5. Effect of activation time on adhesion as detached number of meshes.

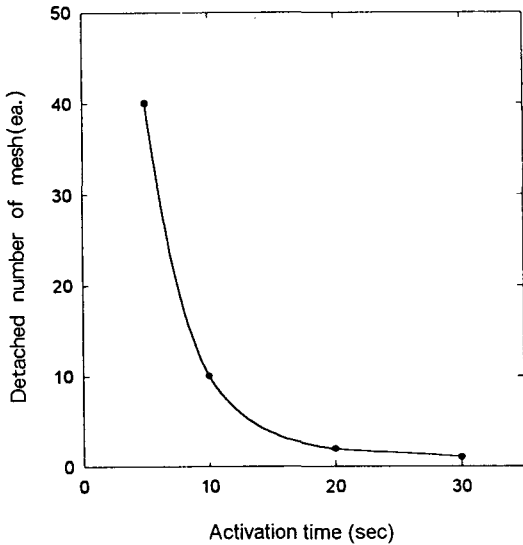


Fig. 6. Effect of activation time on adhesion as detached number of meshes with constant electro-cleaning time of 30sec.

병행하게 되므로 처리시간이 상대적으로 짧아지고 있음을 잘 알수 있었다. 이는 특정한 한가지 방법으로 세정처리하는 것 보다 각각의 장점을 지니는 탈지와 활성화를 병행하는 전통적인 세정처리 방법이 우수한 세정효과를 거둘 수 있음을 나타내고 있다.

### 3. 3. AES 분석

세정처리를 통한 부동태 피막의 제거효과를 관찰하기 위하여 세정처리 전, 후의 표면을 AES로 분석하였다. AES분석은 부동태 피막을 형성시킨 상태, 형성된 부동태 피막을 전해탈지로 세정한 상태, 그리고 부동태 피막을 전해탈지와 활성화처리로 세정하여 제거한 상태에 대하여 각각 분석하였다. 부동태 피막을 형성시킨 표면에 대한 AES 분석 결과를 Fig. 7에 나타내었다. Fig. 8은 25 Å/min의 속도로 스퍼터링한 스테인레스강 표면의 깊이 에 따른 농도의 분포를 나타낸 것으로 표면으로 부터의 깊이가 깊어짐에 따라 O의 농도가 완만히 감소하는 경향을 보이고 있어 부동태로 인한 산화층의 형성이 잘 이루어져 있음을 알 수 있었다. Fig. 9는 부동태층을 형성시킨 후 전해탈지 방법으로 표면을 세정한 스테인레스강 표면의 깊이-농도 분포를 조사한 것으로 이 경우도 부동태층을 형성시킨 후 분석한 결과와 유사한 경향을 보이고 있어 여전히 산화층이 존재하고 있음을 나타내고 있

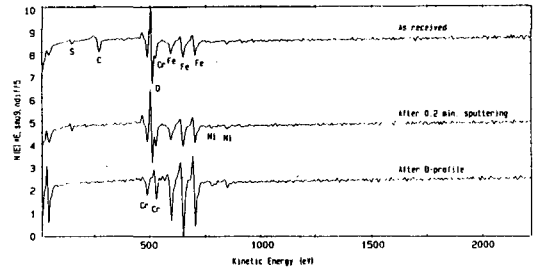


Fig. 7. AES analysis of 20 min. passivation-treated AISI 304 stainless steel surface.

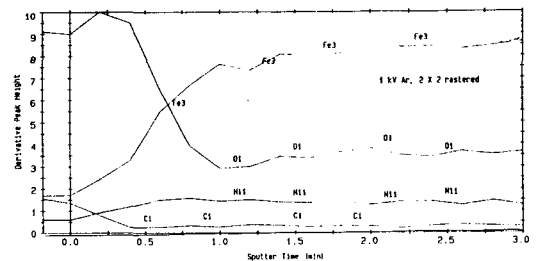


Fig. 8. AES depth profile of 20 min. passivation-treated AISI 304 stainless steel surface.

다. 이는 전해탈지로는 충분한 세정효과를 얻지 못하였던 테이프 및 topple 시험의 결과와 잘 일치하고 있다. 하지만 전해탈지 및 활성화처리로 세정한 후 표면을 분석한 Fig.10을 보면 얇은 표면부에는 산화층이 존재하지만 스퍼터링 방법으로 표면을 제거하면 다른 경우에 비해 O가 급격히 줄어들고 있음을 알 수 있다. 이 경우도 활성화처리로 충분한 세정효과를 얻을 수 있었던 테이프 시험 결과와 잘 일치하고 있어 활성화처리로 인해 산화층이 충분히 제거되고 있음을 나타내고 있다. 활성화처리를 한 경우에도 스테인레스강의 표면에서 O가 검출된 것은 스테인레스강의 자기부동태로 인해 대기중의 O<sub>2</sub>와 결합하여 부동태층이 얇게 형성된 것으로 보인다.

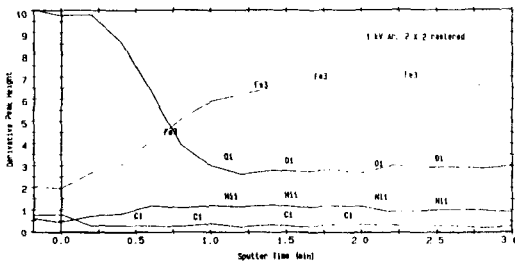


Fig. 9. AES depth profile of electro-cleaned AISI 304 stainless steel surface.

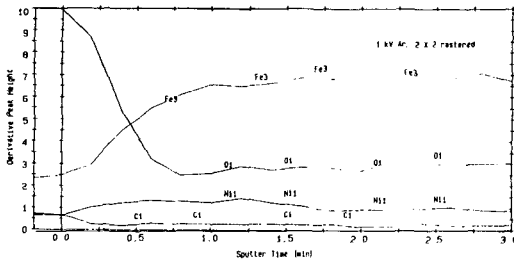


Fig. 10. AES depth profile of electro-cleaned and activated AISI 304 stainless steel surface.

### 3. 4. 스테아린산층의 세정

스테인레스강의 표면에 잔류하는 연마제의 영향을 조사하기 위하여 세정된 스테인레스강의 표면에 스테아린산을 입히고 초음파탈지, 음극 및 양극전

해탈지, 활성화처리등으로 세정하였다. 세정처리는 각각의 세정방법의 유, 무 및 처리시간등을 변화시켜 시험하였고 이때 나타나는 외관의 변화 및 밀착력등을 조사하였다. 특히 활성화처리의 경우는 일반 침지와 전해를 병행하므로 전해의 효과도 조사하였다. Table 5에 세정조건 및 세정 후 표면의 외관상태를 나타내었다. Table 5의 표면상태에서 A는 외관과 밀착력이 모두 양호한 경우를, B는 외관은 양호하지만 밀착성이 불량인 경우를, C는 도금층의 표면이 얼룩져 구름김 현상이 나타나는 경우를 말하며 D는 도금층의 밀착력이 불량하여 도금중 도금층이 부풀어 오르는 경우를 나타낸다. X 기호는 해당공정을 생략하였음을 의미한다. Table 5에서 알 수 있듯이 음극탈지, 양극탈지 및 활성화처리중 어느 한가지 세정 공정이라도 생략하는 경우 양호한 도금층을 얻을 수 없었다. 한편 침지만을 하는 활성화처리로는 양호한 도금층을 얻기 어려워 전해를 수반하는 활성화를 하였다. Table 5

Table 5. Surface cleaning operating conditions and surface states

ultrasonic-cleaning	cathodic electro-cleaning	anodic electro-cleaning	activation	surface state
10min	10min	10min	X	D
10min	15min	15min	5min	B
5min	6min	6min	1min (1A/dm <sup>2</sup> )	A
5min	5min	5min	1min (1A/dm <sup>2</sup> )	C
5min	10min	X	1min (2A/m <sup>2</sup> )	B
5min	X	10min	1min (2A/dm <sup>2</sup> )	C
5min	10min	10min	X	D
5min	3.5min	3.5min	1min (2A/dm <sup>2</sup> )	C
5min	4min	4min	1min (2A/dm <sup>2</sup> )	A

에 나타난 것처럼 전해를 하지 않는 경우에는 초음파 탈지를 10분, 전해탈지를 30분 처리하고 활성화액에 5분 동안 침지하여도 양호한 도금층을 얻을 수 없었으나 1A/dm<sup>2</sup>의 전류밀도로 음극 전해 활성화를 하는 경우에는 각 세정공정상 처리시간을 크게 단축시킬 수 있었다. 또한 활성화처리시 전류밀도를 2A/dm<sup>2</sup>으로 증가시키면 양호한 도금층을 얻기 위해 필요한 세정시간을 더욱 단축시킬 수 있어 활성화처리시 전해를 병행하는 것이 세정효과를 크게 향상시키는 것으로 보인다.

스테인레스강의 표면세정시 KCN을 첨가하면 세정효과가 향상되는 것으로 알려져 있어 본 연구에서도 Table 2에 나타난 전해탈지역에 KCN을 첨가하여 전해탈지하였다<sup>17)</sup>. 세정처리는 Table 5에서 가장 우수한 세정효과를 나타내는 조건인 초음파 탈지를 5분간 행한후 전해탈지를 하고 활성화처리를 2A/dm<sup>2</sup>의 전류밀도에서 1분간 실시하여 이때 양호한 도금층을 얻을 수 있는 전해탈지 시간을 구하였다. Fig. 11에 KCN 첨가량을 변화시켰을 때 양호한 도금층을 얻기 위한 전해탈지 시간의 변화를 나타내었다. Fig. 11에서 알 수 있듯이 KCN을 첨가함에 따라 양호한 도금층을 얻는데 필요한 전

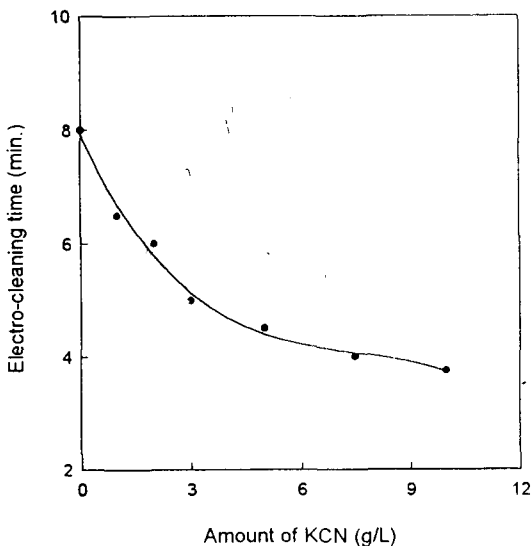


Fig. 11. Effect of KCN contents on electro-cleaning time for good adhesion

해탈지 시간이 감소하였으며 첨가하는 KCN의 양이 증가함에 따라 일정량 이상에서는 그 변화가 크게 나타나지 않았다. 따라서 KCN의 첨가로 인해 스테인레스강의 세정효과는 증가함을 잘 알 수 있었다.

### 3. 5. 도금층 조직관찰

초음파탈지, 음극 및 양극 전해탈지, 활성화등의 세정처리를 하고난 스테인레스강 표면에 금도금을 한 후 도금층의 표면 및 단면조직을 관찰하였다. Fig. 12는 세정처리후 금도금시 도금층의 두께 변화에 따라 나타나는 도금층의 표면을 주사전자현미경으로 관찰한 것이다. Photo. 1에서 알 수 있듯이 도금층의 두께가 증가함에 따라 미세한 도금입자가 형성되고 있음을 잘 나타내고 있다. Fig. 13은 도금층의 단면을 주사전자현미경으로 관찰하고 도금층을 EDS의 line scan방법으로 분석한 결과로 금도금층 부위에서 Fe, Ni, Cr등의 원소에 비해 금이 다량으로 존재하고 있음을 잘 나타내고 있다. Fig. 14는 scratch 시험기를 이용하여 밀착성을 평가한 후 도금층의 표면 상태를 주사전자현미경으로 관찰한 것으로 도금층 표면은 밀착성의 양, 불량에 따라 큰 차이를 나타내고 있었다. 즉 밀착성이 양호한 a)의 경우는 도금층의 표면이 scratch 시험에 큰 영향을 받지 않고 있지만 밀착성이 불량한 b), c)의 경우는 도금층이 박리되거나 밀리고 있음을 잘 보여주고 있다.

## 4. 결 론

AISI 304 스테인레스강의 표면세정이 금도금의 밀착력에 미치는 영향을 조사하기 위하여 스테인레스강의 표면에 부동태 산화층 및 스테아린산층을 입힌 후 세정처리를 행하고 표면분석 및 밀착력시험을 하여 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) 부동태 산화층을 입힌 스테인레스강을 초음파 탈지, 음극 및 양극 전해탈지, 활성화의 세정처



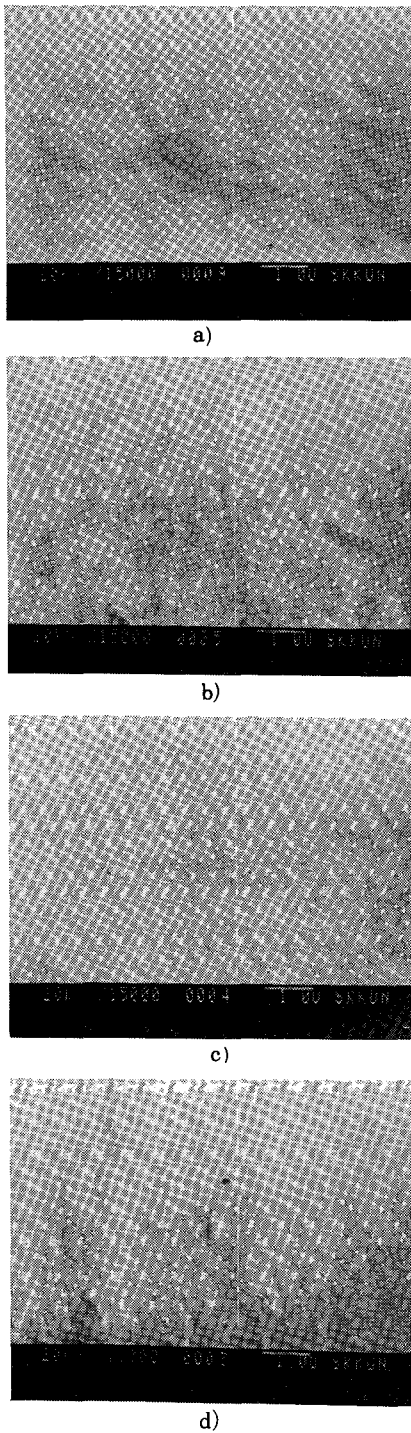


Fig. 12. SEM micrographs of gold plated surfaces with various thickness  
 (a) 0.5 $\mu$ m, (b) 0.8 $\mu$ m,  
 (c) 1.3 $\mu$ m, (d) 2.0 $\mu$ m

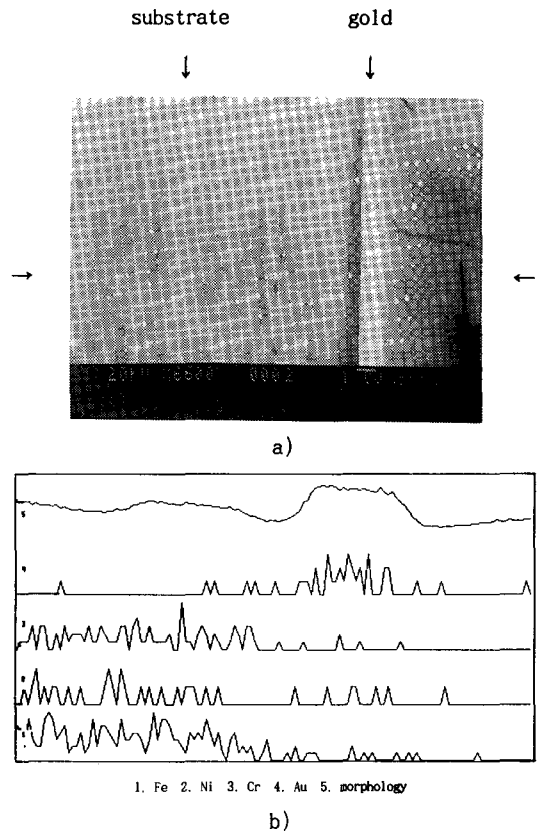
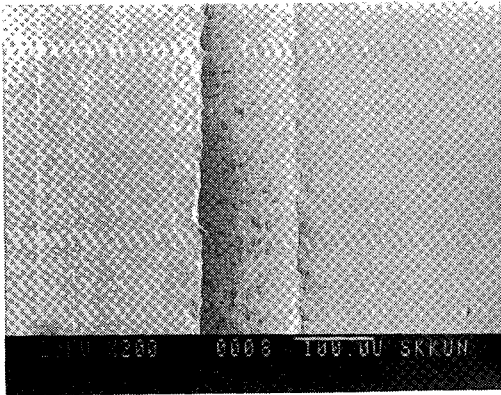


Fig. 13. SEM micrograph and EDS analysis of cross section  
 (a) SEM image  
 (b) EDS line scan analysis

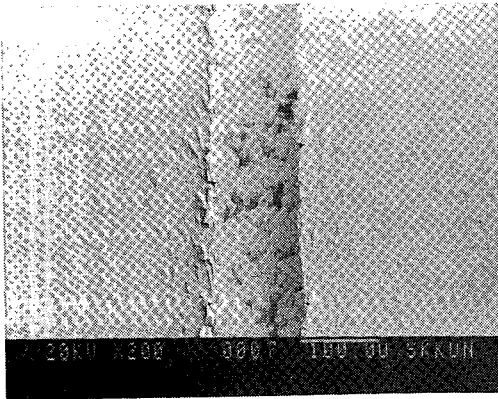
리를 행한 결과 활성화 과정이 도금밀착력 향상에 가장 우수한 효과를 나타내었다.

2) AES를 이용하여 표면 부동태 산화층을 분석한 결과 활성화 과정에서 부동태 산화층이 제거됨을 확인할 수 있었으며 밀착성 향상과 좋은 일치를 보였다.

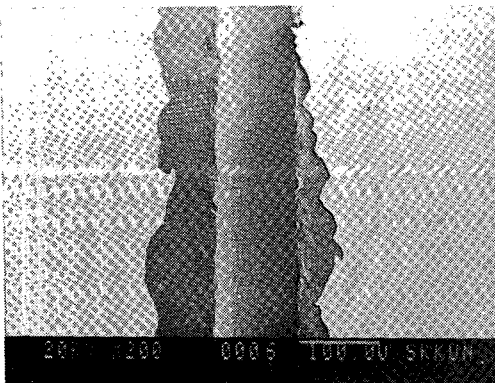
3) 스테아린산층을 입힌 스테인레스강의 표면을 초음파 탈지, 음극 및 양극 전해탈지, 활성화처리의 방법으로 세정처리한 결과 2A/dm<sup>2</sup>의 전류밀도로 전해 활성화를 하는 경우 스테아린산층의 제거에 필요한 세정처리시간을 크게 줄일 수 있었다.



a)



b)



c)

Fig. 14. SEM micrographs of gold plating surfaces with various adhesion after scratch tested (a) good (b) bad (c) worst

4) 스테아린산층의 제거시 양극 및 음극 전해탈 지역에 KCN을 첨가하여 세정한 결과 KCN의 첨가량이 증가함에 따라 스테아린산층의 제거에 필요한 세정시간 이 감소함을 알 수 있었다.

## 후 기

본 연구는 1993년도 한국학술진흥재단 학술연구 조성비에 의하여 수행되었으며 이에 감사의 뜻을 표합니다.

## 참고문헌

1. F. H. Read and W. Goldie (eds) : Gold Plating Technology, Electrochemical Publications, Ltd., Scotland (1982)
2. J. G. Donaldson : Metal Finish, 85(1987)29
3. P. S. Willcox and J. R. Cady : Plating, 61 (1974)11
4. J. K. Dorey, R. Haynes, R. E. Sinitski and R. E. Woods : Plat. and Surf. Finish, 67 (1980)81
5. 丸山 清, 毛利秀明 : 機能めっき, 日刊工業新聞社, (1985)158
6. 逢坂哲彌, 二瓶公志 : 最新 機能成膜プロセス技術, 廣信社, (1987)92
7. H. H. Uhlig and R. W. Revie : Corrosion and Corrosion Control, 3rd ed. John Wiley and sons, (1985)
8. 이경철, 함경희, 안운선 : 한국표면공학회지, 24(1991)144
9. 염희택, 여운관 : 최신금속표면처리, 동명사, (1977)51
10. D. P. Murphy and M. P. D' Angelo : Metals Handbook, 9th ed., ASM Handbook Committee, 5 (1987)28
11. 염희택, 이주성 : 도금·표면처리, 문운당, (1989)115

12. C. J. Raub, A. Köndler and J. Lendvay :  
Plat. and Surf. Finish, 63(1976)35
13. ASTM D3359-90, "Standard Test Method  
for Measuring Adhesion by Tape Test"
14. P. A. Steinmann and H. E. Hintermann : J.  
Vac. Sci. Technol. A, 7(1989)2287
15. J. Sekler, P. A. Steinmann and H. E.  
Hintermann : Surf. and Coat. Technol. 36  
(1988)519
16. J. D. Winchester : Metals Handbook, 9th  
ed., ASM Handbook Committee, 5(1987)88
17. H. J. Lübke : Galvanotechnik, 75(1984)  
1371