

Nylon-Inorganic Filler Alloy상의 니켈 도금 기술

노 윤 찬[†]

충청대학 화학공학과
(1998년 7월 20일 접수, 1998년 9월 25일 채택)

Nickel Plating Techniques of Nylon-Inorganic Filler Alloy

Yun-Chan Roh[†]

Department of Chemical Engineering, Chung Cheong College, Chung-buk 363-890, Korea
(Received July 20, 1998; accepted September 25, 1998)

요 약: Nylon-inorganic filler alloy의 도금에 있어 최적 전처리 공정에 관하여 연구하였다. Nylon-inorganic filler alloy는 etching 공정만으로도 무정형 층을 제거하여 요구되는 충분한 밀착력을 얻을 수 있었다. SEM과 표면조도 측정으로부터 etching 공정이 수지표면을 매우 거칠고 접착력을 우수하게 만든다는 결과를 얻었으며, 도금물질의 표면상태와 접착력은 Nylon-inorganic filler alloy 수지의 성형조건에 의존한다는 것을 확인하였다. EDS 분석으로 전처리 후 수지표면의 잔류금속의 종류와 양을 측정한 결과 Cr은 Sn과 Pd의 흡착에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 나타났다.

Abstract: Optimal pretreatment processes for metal plating on engineering plastics, especially on Nylon-inorganic filler alloy was studied. For Nylon-inorganic filler alloy, adhesion strength between resin surface and metal could be improved by just etching process that eliminate amorphous layer. In the SEM picture and surface roughness measurement, etching treatment was found to make enabled the surface condition very rough and the adhesion strength good. It was also found that the surface condition of plated article and its adhesion strength partly depended upon molding condition of Nylon-inorganic filler alloy. EDS, peaks showed that what kinds of and how much of the metal elements remained on the resin surface after pretreatment processes. Cr did not affect on adsorption of Sn and Pd remarkably.

Key words: Metal Plating, Nylon-inorganic Filler Alloy

1. 서 론

플라스틱은 금속에 비해 전기 절연성, 경량, 내약품성, 내식성, 성형의 용이함 등의 장점을 가지고 있다. 그러나 반면 고온에서의 변형, 변질, 수축과 내후성, 경도 등은 금속에 비해 크게 뒤지므로 이와 같은 결점을 보완하기 위해 각가지 연구가 행하여지고 있다. 그중 하나가 플라스틱 표면에 금속을 피복시켜 내후성, 기계적 강도, 외관 및 전도성의 개선 등을 시키는 것이다[1].

플라스틱 상의 도금 산업은 크게 POP (Plating of Plastics) 산업과 PCB (Printed Circuit Board) 산업으로 분리할 수 있다. POP 산업으로 사용되는 막대한 양의 플라스틱중 많은 부분이 자동차 및 전자 산업에 쓰여지고 있으며, 이외에 배관이나 장식용으로도 쓰여지고 있다. 또 플라스틱상의 도금 산업중 새로운 분야는 RFI (Radio Frequency Interference) 차폐 시장으로 전자 산업의 도금 산업의 발전으로 인하여 그 적용 분야가 확대되고 있는 실정이다[2,3].

플라스틱과 같은 비전도체의 표면에 금속을 피복시키는 방법으로는 전도성 도료의 도포, 금속용사, 진공증착, 가스 플레이팅, 전기 화학적인 도금 등이 있으나 이중 전기 화학적인 도금 방법이 가장 실용성이 있다[4].

그러나 플라스틱은 비전도체이기 때문에 종전의 도금 기술을 사용할 수 없다. 즉 몇몇 전도성의 플라스틱을 제외하고는 대체로 전

류가 흐르지 않기 때문에 직접적으로 전기 도금을 할 수 없다. 또한 전도성 플라스틱에는 탄소가 들어가기 때문에 전기 도금 후에 만족할 만한 물성을 얻기가 힘들다[5].

플라스틱에 전도성을 부여하는 가장 일반적인 방법이 무전해 도금으로써 수용액으로부터 직접 플라스틱 표면에 금속을 피복하는 것이며, 이 과정을 이용하면 밀착성을 가진 전도성 금속 피막이 형성된다[6].

우리 나라에서는 플라스틱 상의 도금이 지난 10여년 동안 급격히 발전하여 오고 있으나 공업화에 성공한 것은 ABS수지에 한정되어 있고, 다른 플라스틱까지는 미처 산업화하지 못하고 있다. 또한 ABS수지의 내열 온도는 90~93 °C로 비교적 높은 온도에서의 사용이 불가능한 실정이므로 내열 온도가 더 높은 엔지니어링 플라스틱의 사용이 더욱 많이 요구되고 있다[7].

엔지니어링 플라스틱들은 100 °C 이상의 고온에서도 상온에서의 형태와 강도를 유지하고 있으며, 도금한 것은 yield point나 그 이상에서도 금속의 crack 발생을 억제하므로 그 수요가 점차 증대하고 있는 실정이다[8].

따라서 본 연구에서는 엔지니어링 플라스틱 상의 도금공정중 그 중심이 되는 etching 단계를 중점적으로 연구하고 이 단계가 도금 후의 밀착성에 어떠한 영향을 미치게 되는가를 연구하였다. 또 그동안 우리 나라의 플라스틱 상의 도금 기술은 외국으로부터의 기술 의존이 심하였으며, 전처리액 및 도금액의 공급도 외국에 의존하는 것이 많으므로 엔지니어링 플라스틱에 대한 도금 공정의 기술개발과 더불어 전처리액과 도금액의 국산화도 어느 정도 이룰

[†] 주 저자 (e-mail: rcy@cccc.chch-c.ac.kr)

Table 1. Molding Condition of Nylon

Molding Condition	Cylinder Temp. (°C)			Injection Press. (kg/cm ²)		Speed (%)		
	1	2	3	1	2	1	2	3
N1	240	240	240	45	45	50	48	48
N2	270	270	270	50	50	45	45	45

수 있을 것으로 기대된다.

2. 실험방법

2.1. 재료 및 Capillary Rheometer를 이용한 물성 측정

엔지니어링 플라스틱중의 하나인 Nylon-inorganic filler alloy 수지를 사용하였다. 실험에 사용한 수지는 도금용으로 개발된 Nylon에 inorganic filler가 첨가된 Ube chemical사의 Ube Nylon수지(이하 Nylon이라 함)를 사용하였다. Tg의 측정은 Differential Scanning Calorimeter (DSC)는 Dupont 910을 사용하였으며 Indium 용점 측정으로 온도를 보정하였고 승온속도는 10 °C/min이었다.

물성 측정은 Instron사의 Capillary Rheometer (Compression load cell 240)을 사용하였다. 고분자 점도는 전단속도에 따라 영향을 받을 뿐만 아니라 온도, 구조 및 구성원소의 함량에 따라 영향을 받게 된다. 수지의 여러 온도에서의 점도를 전단속도의 변화에 따라 측정하여 고분자 유체의 거동을 파악하였으며 수지 가공 자료로 활용하였다.

2.2. 가공조건

플라스틱의 성형조건이 플라스틱과 도금층간의 밀착력에 영향을 미치므로 사출조건별로 성형한 사출성형품을 사용하였으며 성형조건은 Table 1과 같다.

2.3. 수지의 전처리

플라스틱과 도금층간의 밀착력에 가장 큰 영향을 주는 것은 전처리 공정으로, 도금공정의 중심이 된다[9]. 또한 깨끗한 비금속 표면에 금속박막의 피복이 생긴다 해도 이들 사이의 상호 작용력은 극히 약하다. 그러므로 물리, 화학적으로 밀착력을 향상시키는 거친 표면상태를 만들어야 결합성을 갖는 도금제품이 된다[10]. 결과적으로 효과적인 도금제품을 얻기 위해서는 다음과 같은 공정을 사용하는 것이 효과적이다. ① Etching, ② Neutralization, ③ Activating, ④ Accelerating, ⑤ Electroless plating, ⑤단계 이후에는 일반적으로 전기도금이 이어지며 각 단계마다 이온들이 제거된 물을 사용하여 세척하여야 한다.

① Etching: 플라스틱에 가장 널리 사용되는 etching 물질로는 열가소성 수지에 대해서는 크롬산-황산-물계이고 열경화성 수지에 대해서는 유기 및 무기용매를 사용한다. 크롬산과 황산의 혼합물은 표면을 산화시켜 수지를 녹이며 표면에 친수성기를 발달시킨다. Nylon 수지는 크롬산-황산-물계의 용액으로 etching하면 수지의 amide기와 chromic acid가 반응하여 수지 표면에 chromium complex를 형성하여 무전해 도금이 되지 않거나 도금이 된다 하더라도 박리가 일어나게 된다.

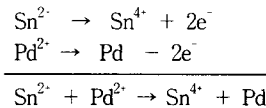
또한 Nylon에 대한 etching액은 Nylon에 inorganic filler가 포함되어 있기 때문에 수지 표면 일부를 분해시켜 inorganic filler를 노출시킬 수 있는 물질이 바람직하다. 본 실험에서는 AJE-1용액을 개발 사용하였으며 각 공정에 사용된 용액의 조성은 Table 2와 같다.

Table 2. Solutions for Treatments

Etching	AJE-1
Activating	AJC-2
Accelerating	Solvent
Electroless	Alkali nickel
Cu-plating	Acid copper
Ni-plating	Watts bath

② Neutralization: Etching후 수지 표면과 rack에 있는 etching 액을 제거하는 이 공정은 etching 공정에 버금가는 중요 공정이다. 다음 단계인 activating과 비슷한 pH를 수지 표면에 제공해 주며 화학 도금시 부분적 미도금, 얼룩 등을 방지할 수 있다. 20% HCl, 10% NaHSO₃ 용액을 사용 비교, 분석하였다.

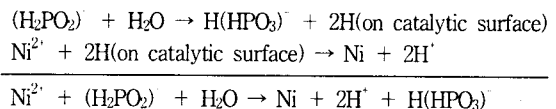
③ Activating: 흡착력이 증가된 부도체의 표면은 activating 처리를 하게 되는데 다음과 같은 화학반응을 이용한 것으로 환원성이 강한 Sn과 Pd가 함유된 용액에 침적하면 표면에 Pd가 환원 석출되며 그 반응 메카니즘은 다음과 같다고 알려져 있다[11]. 본 실험에서는 AJC-2를 개발 사용하였으며 상온에서 1~3분간 실행하였다.



④ Accelerating: Activating 처리에 의하여 Sn, Pd가 흡착된 표면은 accelerating 처리를 하게 되는데 이 공정은 과잉 흡착된 Sn에 의하여 부분적으로 비활성되어 핵으로 작용하지 않는 금속을 제거시키며 이러한 용액은 Sn을 쉽게 용해시킬 수 있는 용액을 사용한다.

2.4. 무전해 도금

무전해 니켈도금의 주요목적은 전기도금층을 제거함으로써 수지에 전기도금이 될 수 있게 하는 것과 전기도금되는 부분에 접착력을 제공하는 것이다[12]. 무전해 니켈도금 용액의 주요성분은 니켈 원, 환원제, 착화제, 촉진제, 억제제의 다섯가지로 나눌 수 있으며 [13] 용액의 pH에 따라 산성, 중성, 알카리의 세형태가 있고 사용 온도가 낮은 알카리를 사용하였다. 또 다른 pH의 용액도 비교 분석하였다. 사용한 무전해 니켈도금액의 제안된 반응 메카니즘은 다음과 같다. 연구에 사용한 무전해 도금액의 조성과 조건은 Table 3과 같다.



2.5. 전기 니켈 도금

무전해 니켈도금후 플라스틱 표면은 전기 전도성을 갖게 되어 다음 단계인 전기도금을 행할 수 있게 된다. 산업적으로는 Cu-Ni-Cr 순으로 전기도금을 행하여 밀착력의 개선 및 여러 물성을 증가시키고 있으나 본 실험에서는 물성에 영향을 거의 미치지 않고 니켈녹을 방지하여 광택효과를 내는 Cr도금을 제외한 Cu-Ni 전기도금을 행하였다. 사용한 Cu 및 Ni bath는 Table 4와 같다.

Table 3. Composition and Operating Conditions of Electroless Nickel Bath

Composition (g/L)	Type of bath		
	Acidic	Neutral	Alkaline
Nickel sulfate	28	30	20
Sodium hypophosphite	24	30	20
Sodium citrate	-	20	20
Sodium acetate	17	-	-
Ammonium chloride	-	-	5
Glycine	-	20	-
Lead acetate	0.0015	-	-
pH	4.5	6	9.5
Temperature (°C)	70	70	30

Table 4. Composition and Operating Conditions of Electroplating Cu and Ni Bath

Cu bath	Ni bath
Copper sulfate : 180~240 (g/L)	Nickel chloride : 60 (g/L)
Sulfuric acid : 45~60 (g/L)	Nickel sulfate : 300 (g/L)
Temperature : 25~35 (°C)	Boric acid : 30 (g/L)
Current density : 3~6 (A/dm ²)	Temperature : 55 (°C)
-	Current density : 5.4 (A/dm ²)

2.6. SEM을 통한 표면 미세조직의 관찰

각 사출 조건별로 etching 조건을 변화시켜 가면서 시료 N1, N2 (Table 1)에 대하여 표면상태가 변화해 가는 상태를 관찰하여 etching 효과를 고찰하였다.

2.7. 표면조도의 측정

수지 표면은 etching 단계를 거치게 되면 표면조도의 변화가 일어난다. 각 etching 조건에 따른 표면조도를 시간 변화에 따라 측정 비교 분석하였다.

2.8. 열 사이클을 통한 밀착력 시험

수지는 열팽창 계수가 크고 도금 금속들은 열팽창 계수가 작으므로 고온 (110 °C)에서 3시간, 상온에서 30분, 저온 (-30 °C)에서 1시간의 열적 충격을 주게 되면 수지와 도금층 간의 밀착이 나빠거나 약할 때 부풀음과 박리현상을 일으키게 된다. 즉, 열 사이클 시험은 플라스틱 도금품에 가장 널리 사용되는 밀착력을 판단하는 시험방법이다.

각 사출조건에 대하여 열사이클 시험을 10회 반복하여 시험에 통과되는 범위를 결정, 도금범위를 결정하였으며 사출조건 사이의 도금범위를 비교 분석하였다.

2.9. Peeling test를 통한 밀착력 시험

수지와 금속 사이의 명확한 접착형태는 아직 확실히 알려져 있지 않으나 peeling에 필요한 힘은 표면 pore의 크기, 모양, 분포등과 필름의 기계적 특성, 두께 등에 의존하게 되며 pore는 sub-surface와 연결하는 역할을 한다. 열 사이클 시험이 가장 널리 사용되는 접착력 시험방법이지만 peeling test는 접착력을 정량화하여 기준점을 설정할 수 있다. 일정 도금두께에서 etching 시간에 따른 밀착력 변화와 일정 etching 조건에서 도금두께 변화에 따른

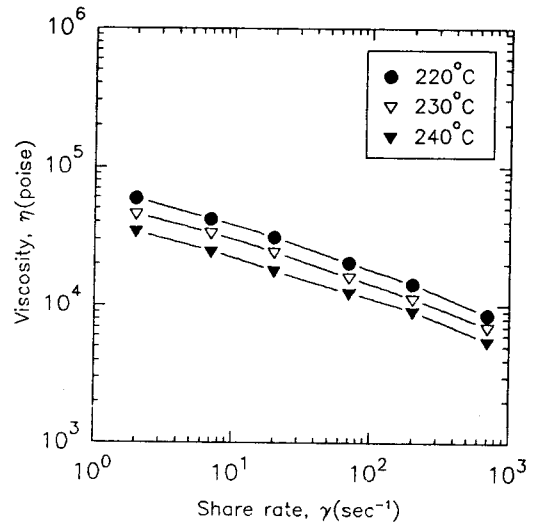


Figure 1. Share rate dependency of the viscosity of Nylon.

밀착력 변화를 비교 분석하였다.

2.10. 접촉각 측정

접촉각 측정기기는 Kruss G1을 사용하였다. Etching 공정을 거친 플라스틱의 표면 접촉각을 측정하여 표면상태에 대한 정보를 얻고자 하였다. 플라스틱 표면의 친수성기의 존재와 표면조도 때문에 표면적십이 잘 일어나면 접촉각이 감소하게 되며 촉매의 안착을 쉽게해 주는 요소가 된다. 사출조건별로 미처리 수지와 etching된 수지의 접촉각을 측정 비교 분석하였다.

2.11. EDS (Energy Dispersive Spectroscopy)를 이용한 표면분석

수지의 표면 처리 후 흡착된 Sn, Pd, Cr등의 상대적인 양을 분석함으로써 rinsing용액의 적합성과 표면 상태에 따른 Sn, Pd 흡착량을 살펴보고자 하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. DSC 및 Capillary Rheometer를 이용한 물성 측정

Nylon 수지의 T_g는 130 °C로 순수한 Nylon의 T_g 87~100 °C와는 차이를 나타내었다. 이것은 Nylon이 inorganic filler와 혼합수지이기 때문으로 생각되며 이러한 결과는 수지 가공의 기본 자료로 활용하였다.

Nylon-inorganic filler alloy 수지의 유변학적 특성에 대한 메카니즘의 명확한 규명은 이루어지지 않았으나 고분자의 점도는 전단속도에 따라 영향을 받을 뿐만 아니라 온도, 구성원소에 따라서도 영향을 받게 된다. Figure 1은 여러온도에서의 Nylon의 점도를 전단속도의 변화에 따라 도시한 결과로 고분자의 점도는 전단속도의 증가에 따라 점도가 감소하는 현상을 볼 수 있으며 거의 power law 유체의 거동을 보이고 있다. 따라서 그림의 기울기로부터 flow behavior index n을 구한 결과 n = 0.829~0.836으로 나타났다.

3.2. SEM

① Nylon 수지; AJE-1용액으로 처리한 성형조건 N1의 SEM 사진을 Figure 2에 수록하였다. Etching의 2 min처리에서 filler가 일부 노출된 것이 보이며 4 min 이후부터는 시간에 관계없이 노출

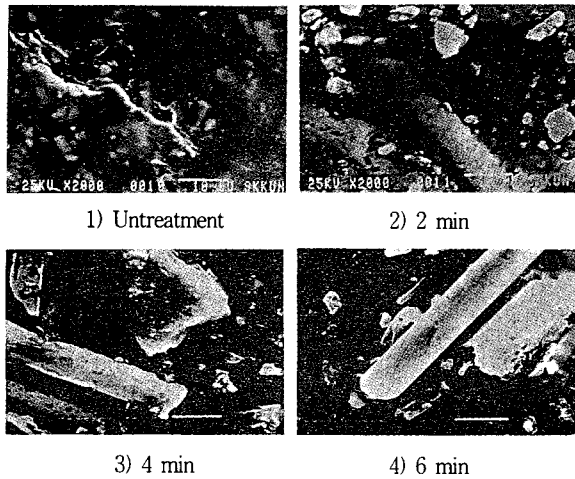


Figure 2. SEM illustrating the effect of etching time at 60 °C.

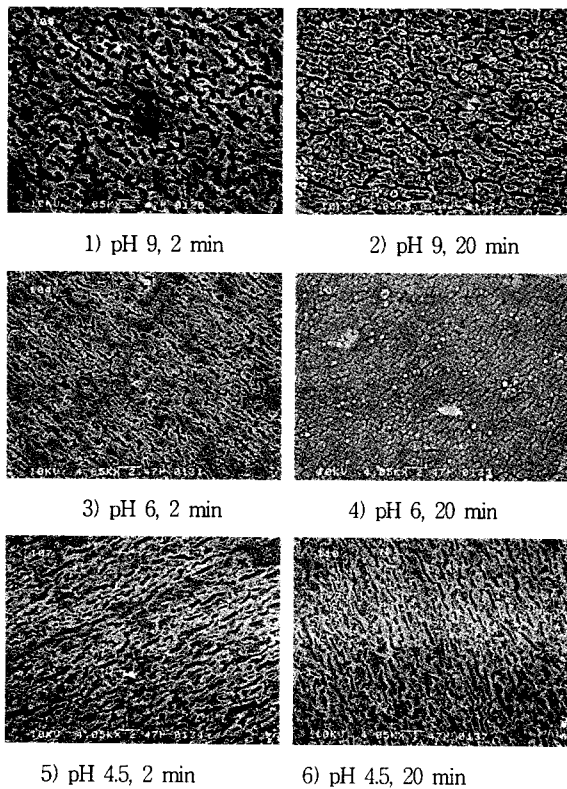


Figure 3. SEM illustrating the effect of pH and process time on the resin surface in electroless plating.

된 filler가 거의 일정하게 분포된 것을 볼 수 있다. 10 min 이상은 over etching이나 crack이나 filler의 파괴 등은 나타나지 않았다. AJE-1 용액으로 짧은 시간에서 효과적인 etching 효과를 얻을 수 있었다.

② 무전해 도금; 수지표면에 석출된 니켈의 SEM 사진을 Figure 3에 수록하였다. pH 9의 무전해 도금액은 20분 도금시에는 표면을 완벽하게 덮지는 못하며 2분 이하 처리시간에서 볼 때 세 용액중 석출 속도가 가장 느리나 30 °C 정도에서 사용할 수 있으며 사용 중 pH가 어느 정도 떨어져도 균일한 석출표면을 가지며 용액의 수명이 길고 안정하다는 장점이 있다. pH 6의 무전해 도금액은 석

Table 5. Roughness Measurement for Nylon (unit: μm)

	Untreatment	AJE-1, 2 min	AJE-1, 8 min	AJE-1, 14 min
N1	0.060	0.077	0.184	0.316
N2	0.021	0.058	0.148	0.229

Table 6. Favorable Etching Ranges for Electroplating on Nylon

Time(min)	0	2	4	6	8	10	12	14	16
Molding									
N1									
N2									

출속도가 가장 빠르고 10분 도금으로 거의 완벽한 석출표면을 얻을 수 있었으며 중성에 가까와 pH 보정이 필요없는 장점을 가지고 있으나 높은 사용온도로 인해 pH가 급격히 떨어지며 용액이 불안정하여 용액의 보존이 어렵다.

pH 4.5 무전해 도금액은 석출상태는 알카리 용액과 비슷한 형태이나 석출속도가 느리고 역시 높은 온도로 인하여 pH에 특히 민감하며 pH 6 무전해 도금액과 같은 약점을 가지고 있다.

따라서 SEM 분석을 통하여 pH 9 무전해 도금액이 가장 적절하다는 것을 알 수 있으며 상온에서 사용하므로 경제성에 있어서도 유리하며 특히 자동 대량생산 공정에 적절한 무전해 용액이다.

3.3. 표면조도

Table 5에 측정 결과를 수록하였다. 수치는 조도의 평균값으로 사출조건에 따라 큰 차이는 보이지 않았다. 4분 이상에서는 대부분 over etching이며 이러한 경우에는 도금시 밀착력과 광택이 떨어지게 된다. AJE-1 용액은 균일한 조도를 제공하며 inorganic filler를 노출시키는데 효과적임을 알 수 있다.

3.4. 열 싸이클

Nylon-inorganic filler alloy 수지는 전처리 공정 보다는 etching 용액의 선택이 밀착력을 좌우한다고 할 수 있다. Table 6은 AJE-1, 30 °C에서 etching한 범위로 etching시간에 대하여 비교적 넓은 도금 범위를 나타내고 있으며 이것은 AJE-1 용액이 Nylon의 etching에 효과적이며, 적당한 사출 속도로 사출한 시료가 넓은 범위에 걸쳐 만족할만한 결과를 주는 것을 볼 수 있다.

3.5. Peeling Test

밀착력에 미치는 도금두께의 영향은 15 μm 이상에서는 영향이 거의 없는 것으로 나타났다. 그러므로 같은 etching 시간이라도 도금두께 15 μm 이상에서 최대의 접착력을 얻을 수 있다. Figure 4의 밀착력 측정은 AJE-1 용액은 6~12 min etching으로 4~5 kg/cm의 최대 밀착력을 나타내지만 Hi-Cr용액의 경우는 최대값이 2 kg/cm에 미치지 못한다. 따라서 etching용액에 따라 밀착력의 차이는 많이 나타나며 도금 두께 역시 일정 두께 이상을 유지하여야 한다는 것을 알 수 있다.

3.6. 접착각 측정

수지표면은 친수성기를 많이 가지고 있으면 용매의 적심이 용이하게 되어 촉매가 수지 표면에 효과적으로 분산되며, 발달된 표면 조도는 촉매 및 금속의 안착을 쉽게 하여 준다. Nylon은 친수성기를 포함하고 있기 때문에 etching이 용이하며 접착각도 미처리 상태에서는 일반적인 엔지니어링 프라스틱인 ABS, PC등과 비슷하나 AJE-1, 2 min 처리시 접착각이 약 30° 이하로 되어 요구되는 충분한 표면을 얻을 수 있다. Figure 5에 etching시간에 따른 접착각

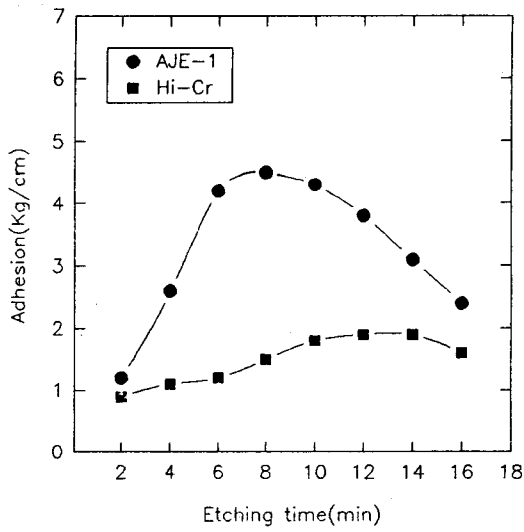


Figure 4. Relationship between adhesion and etching time at plating thickness 15 μm.

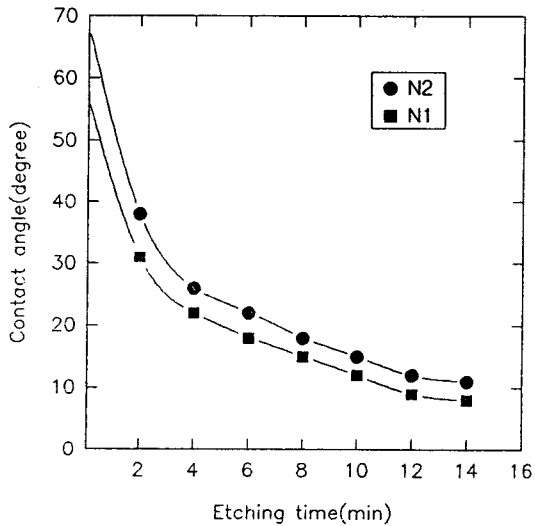


Figure 5. Contact angle measurement on the etched Nylon

을 두 사출 조건에 대하여 도시하였다.

3.7. EDS를 이용한 표면 분석

Hi-Cr etching 후 남아 있는 Cr의 양을 세척용액인 HCl 20%, NaHSO₃ 10%로 처리하여 세척 효과와 세척 후 Activation시켜 흡착된 Sn, Pd 양을 etching 시간, 가공조건에 대하여 비교 분석하였다. Cr, Pd, Sn peak는 각각 5.31~5.51, 2.74~2.94, 3.34~3.54 keV에서 나타나며 수치는 30 sec 동안 검출된 X-ray의 상대적인 양을 나타낸 무차원의 값이다. Table 7에서 세척 후 남아있는 Cr의 양이 HCl 20%, 4 min 처리는 약 1/5, NaHSO₃ 10%는 약 1/3, HCl 20%와 NaHSO₃ 10%를 같이 사용했을 경우는 약 1/12로 감소하였다. 따라서 HCl 20% 용액의 세척 효과가 NaHSO₃ 10% 용액보다 좋으며 이 두 용액을 같이 사용할 경우 최적의 세척효과를 볼 수 있다.

Table 8은 수치 표면에 흡착된 Cr, Pd, Sn의 상대적인 양을 나타낸 것이며 ()안의 수치는 흡착된 Cr의 양을 1로 했을때의 각각의 원소의 흡착량을 나타낸 것이다. 사출조건 N1, N2와 처리조

Table 7. Rinsing Effect on the Residual Chrome by EDS

Etching	Rinsing I	Rinsing II	Rinsing I + II
Hi-Cr 60 °C, 5 min	HCl 20%, 4 min	NaHSO ₃ 10%, 4 min	HCl 20%, 4 min + NaHSO ₃ 10%, 4 min
23,547	4,895	8,686	1,986

Table 8. Measurement for Cr, Pd, Sn by EDS

		Hi-Cr 60 °C, 2 min + AJC-2, 3 min	Hi-Cr 60 °C, 4 min + AJC-2, 3 min
N1	Cr	728(1.00)	808(1.00)
	Pd	574(0.79)	526(0.65)
	Sn	1005(1.38)	990(1.23)
N2	Cr	962(1.00)	775(1.00)
	Pd	690(0.72)	620(0.80)
	Sn	1398(1.45)	1340(1.73)

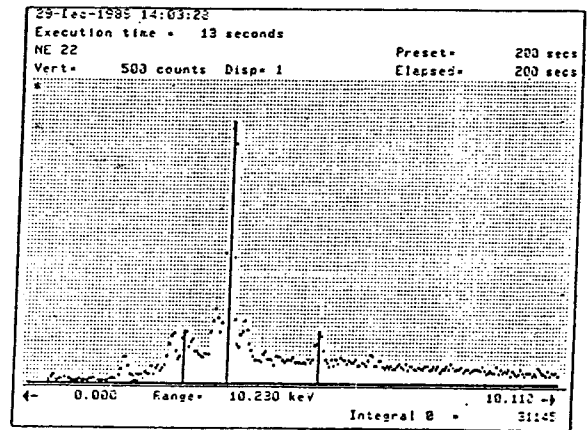


Figure 6. Activating effects on the EDS peak of Nylon, N2.

건 Hi-Cr 60 °C, 2 min + AJC-2, 3 min와 Hi-Cr 60 °C, 4 min + AJC-2, 3 min을 비교했을 때 Pd는 Cr의 0.65~0.80배, Sn은 Cr의 1.23~1.73배로 각각의 사출 조건과 처리 조건에 크게 관계없이 거의 일정한 흡착량을 나타내었다. 따라서 Cr은 Pd와 Sn의 흡착에 크게 영향을 미치지 않는 것으로 생각된다. Figure 6은 Table 8에 대한 peak이다.

4. 결 론

엔지니어링 플라스틱중 Nylon-inorganic filler alloy에 대해 규격에 맞는 도금 제품의 생산이 가능하도록 목표를 설정하여 실험을 수행하였다. 또한 각 도금 공정 중에서도 etching 및 촉매부여화 공정에 대한 연구를 체계적으로 시도하여 수지의 성질, 표면처리후의 상태 및 도금 밀착력과 관계 등을 규명하고자 하였으며 다음과 같은 결론을 얻었다.

1) Nylon-inorganic filler alloy의 사출조건을 Cylinder temperature 240~270 °C, Injection pressure 45~50 kg/cm², Speed 45~50%의 범위로 확립하였으며, 수치 용융온도, 사출 압력 등의 사출

조건에 따라 etching에 따른 표면조도는 0.019~0.087 μm 정도의 차이를 나타냈다.

2) Nylon 수지는 etching후 표면 조도가 0.058~0.316 μm 범위로 매우 균일하게 잘 발달되어 pore형성과 친수성기의 발달을 촉진시켜 촉매 부여 단계에서 AJE-1, 2 min 처리로도 물에 대한 접촉각이 약 30° 이하로 좋은 습윤성을 나타내었다.

3) SEM, 표면조도 측정 등을 통하여 Nylon-inorganic filler alloy의 도금 공정중 전처리에 해당하는 Etching용 AJE-1과 Activating용 AJC-2를 개발하여 전처리 단계의 최적 공정을 확립하였다.

4) 수지 표면에 흡착된 Sn, Pd, Cr등의 상대적인 양을 EDS를 통하여 분석함으로써 촉매입자의 수지 표면 안착 기술인 Neutralization → Activating → Accelerating로 이루어지는 Activating 공정의 최적 조건을 확립하였다.

감 사

본 연구는 통상산업부의 공업기반기술 개발사업으로 이루어진 연구내용의 일부로 이에 감사드립니다.

참 고 문 헌

1. R. Weiner, "Electroplating of Plastics", Finishing Publications Ltd., Hamton Hill(1977).
2. G. A. Kruric, *Products Finishing*, 49(1983).
3. R. M. Gresham, *J. Plating and surface Finishing*, 75, 63 (1988).
4. I. A. Abu-Isa, *Polymer Plast. Technol. Eng.*, 2, 29(1973).
5. S. Donatas, "Plastics Finishing and Decoration", VNB, New York, 268(1986).
6. American Society of Electroplated Plastics, "Standard and Guidelines for Electroplated Plastics", 50(1984).
7. C. H. Basdekis, "ABS Plastic", Reinhold, New York(1964).
8. "Polymer Hand Book", Brandrup, John Wiley, New York, 2nd ed.(1975).
9. E. B. Saubestre, *Plating*, 52, 982(1965).
10. G. V. Elmore, *J. Electrochem. Soc.*, 10, 1455(1969).
11. K. Weibusch, Proc. 7th International Metal Finishing Conference, Hanover, 147(1968).
12. G. Salvago, *Plating*, 4, 665(1972).
13. H. Strow, *Metal Finishing*, 1, 182(1987).