

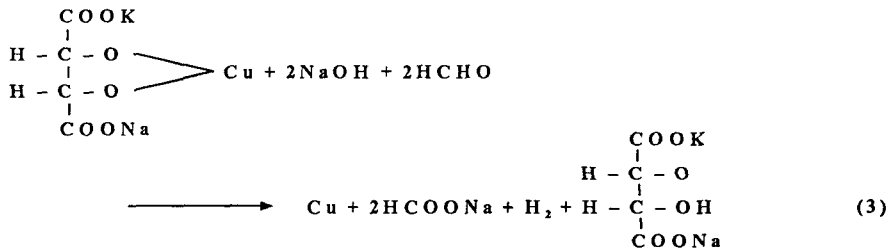
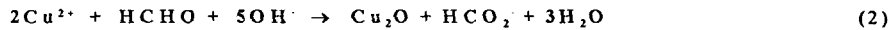
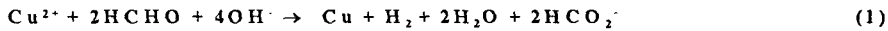
무전해 구리도금시 폴리에스테르 직물의 표면처리 조건이 전자기파 차폐성능에 미치는 영향

한은경, 오경화(*), 김은애

연세대학교 의류환경학과, 중앙대학교 가정교육과

1. 서론

고분자 물질에 처리하는 전자기파 차폐처리 방법으로서 무전해 도금법은 차폐 처리하고자 하는 매트릭스 표면에 균일한 금속 필름을 형성할 수 있으며 차폐효과가 크고 시료의 형태가 복잡하여도 응용가능한 가공방법으로 알려져 있다.[1,2] 무전해 구리 도금의 경우, 도금액 중에 포함되는 환원제의 산화반응에 의해 유리되는 전자에 의하여 금속이온을 환원함으로써 금속 피막을 석출시키며 이때 일어나는 반응 메카니즘은 다음과 같다.[3]



이때 일정 두께의 피막을 입히려면 도금하는 소재의 표면 및 석출되는 금속 자체가 환원제의 산화반응에 대하여 촉매 활성이 있어야 한다. 무전해 구리 도금은 석출되는 구리 자체가 촉매가 되어 반응이 연속적으로 일어나는 자기 촉매 반응이며 이러한 구리 피막의 물리적 성질은 도금액의 조성이나 착화제, 첨가제 등에 따라 달라진다.[4] 그러므로 도금액 조성 및 처리 조건의 선정 뿐 아니라 처리되는 재료의 종류 및 성질에 따른 전처리 또한 매우 중요하다. 본 연구에서는 폴리에스테르 직물에 전자기파 차폐성능을 부여하기 위하여 무전해 구리 도금 전처리 공정 중 정련과 정시 계면활성제의 농도, 산에 의한 표면 에칭 온도 및 시간, 표면 활성 촉매제 온도가 처리 직물의 전자기파 차폐성능에 미치는 영향을 고찰하였다.

2. 실험

직물 시료로 한국의류시험검사소에서 제작한 섬유 제품의 염색건뢰도용 폴리에스테르 첼부백포(오염포 KS K 0905)를 사용하였다. 본 실험에서 실시한 도금 전처리 공정으로는 정련, 수세, 강산

에칭, 수세, 표면활성 촉매제, 수세, 예비침지 과정을 거쳤다. 정련은 NaOH 0.3%와 비이온계 계면활성제(Triton X-100) 혼합액으로 40℃에서 처리하였으며 계면활성제 농도는 0.05, 0.1, 0.2, 0.3, 0.5, 1.0, 2.0, 3.0 %로 변화시켰다. 강산에 의한 표면 에칭은 염산/질산 혼합액에서 처리온도 25, 40, 60, 80℃로 변화시켰으며, 처리시간 30, 60, 90, 120분으로 하였다. 표면활성 촉매제로는 염화팔라듐(II)/염화주석(II) 혼합액보다는 염화팔라듐(II)/염화칼륨 혼합액이 촉매 활성이 우수하고 촉매작용이 끝난 후 쉽게 제거될 수 있다는 최근의 보고[2]와 관련하여, 염화팔라듐(II)/염화칼륨 혼합액에 혼합액과 같은 부피의 염산을 첨가한 용액에서 10분간 침지, 처리액의 온도를 25℃와 40℃로 변화시켰으며 예비침지는 NaOH 용액에 처리하였다. 포름알데하이드, 롯셀염, 수산화나트륨, 황산구리 혼합액에 40~50℃, 15분간 도금하였다. 반응후 수세하고 구연산, 차아인산나트륨에 침지하였다가 수세, 건조하였다.[2]

전자기파 차폐효과를 측정하고자 ASTM Test Method D 4935-89에 의거하여 제작된 Electro-Metrics Model EM-2107 Shielding Effectiveness Test Fixture(Electro-Metrics, A Penril Co.,USA)를 이용하였다.

3. 결과 및 고찰

3.1. 정련과정의 계면활성제 농도가 차폐효과에 미치는 영향

일반적으로 무전해 구리 도금의 반응은 도금액 중에 계면활성제를 첨가함으로써 액의 계면장력을 낮추고 석출물 표면의 수소기포의 이탈을 쉽게 하여 물성을 개선한다. 이때 비이온계 계면활성제가 효과적이라고 알려져 있다.[4] 초기 표면 정련과정에서 처리한 계면활성제가 도금액에 계면활성제를 첨가하지 않아도 도금 후 전자기파 차폐효과에 영향을 미치는지를 알아보기 위하여 계면활성제의 농도 변화에 따른 전자기파 차폐효과를 측정하였다.(Figure 1) 계면활성제의 농도를 0.05%에서 0.1%로 증가시키면 전자기파 차폐효과는 크게 증가하지만 0.1%에서 0.3%로 증가시키기에 따라 오히려 차폐효과는 감소하였다. 그러나 0.3%에서 1.0%로 농도가 증가되면 다시 차폐효과가 상승하다가 1.0%를 정점으로 농도를 증가시켜도 차폐효과는 증가하지 않았다. 이러한 결과로부터 표면 정련과정에서 처리된 계면활성제는 수세과정을 거쳐도 섬유 표면에 잔류되어 있음을 전자현미경 사진을 통해 확인할 수 있었다.

선행연구에 의하면 계면활성제 첨가에 따른 촉매 sol 형성으로 미셀이 만들어지며 CMC(critical micelle concentration) 이상의 농도에서는 금속입자가 석출된다고 하였다.[5] 즉 비이온계 계면활성제에 의한 금속 촉매 sol은 석출 금속입자를 미소 입자로 직물 표면에 입혀지게 하며 결과적으로 전자기파 차폐 성능에 영향을 준다고 판단된다. 실험 결과, 비이온계 계면활성제는 농도 1.0%에서 가장 차폐효과가 큰 것으로 나타났다.

3.2. 산에 의한 표면 에칭 온도에 따른 차폐효과

직물 표면에 대한 도금막의 밀착성이 낮기 때문에 구리 도금시 강산에 의한 화학적 표면 에칭을 통해 접촉면적을 넓힘과 동시에 요철 무늬 형성에 의한 고리 효과(anchorng effect)를 이용하여 밀착성을 향상시킬 수 있다. 폴리에스테르 직물은 산 처리에 의해 직물의 강도 저하가 적게 일어

나므로 산 처리 온도를 변화시켰을 때 차폐효과를 비교하였다.(Figure 2) 산 처리 온도 80℃ > 25℃ ≥ 40℃ > 60℃ 순으로 차폐효과가 우수한 것으로 나타났다. 80℃의 산 처리를 제외하고는 활성촉매 온도 25℃에서는 에칭온도가 상승할수록 오히려 차폐효과가 감소하는 경향을 나타내었다. 이는 고온에서의 산 처리에 의한 표면 에칭으로 표면에 잔류되었던 계면활성제 입자의 감소로 인하여 나타난 결과라 생각된다.

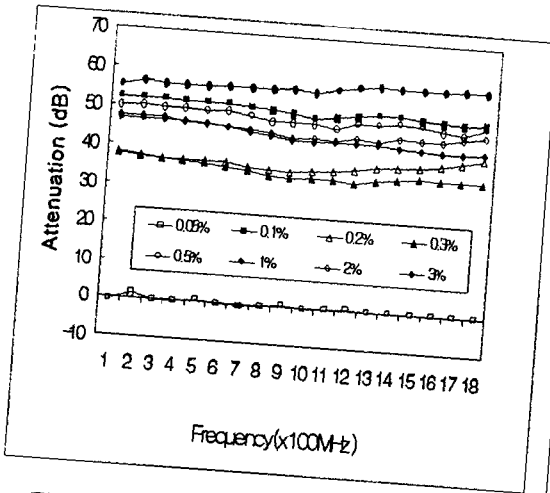


Figure 1. Effect of Surfactant Concentration on Shielding Effectiveness

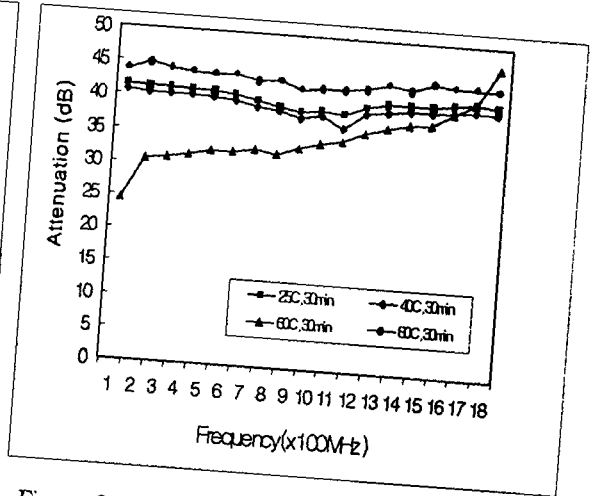


Figure 2. Effect of Etching Temperature on Shielding Effectiveness (Triton 5min, 25℃ Catalyst)

3.3. 직물 표면 에칭 시간

강산 에칭 온도를 25℃로 고정시키고 처리 시간을 증가시켰을 때 차폐효과를 측정하였다. 산 처리 온도가 증가함에 따라 잔류 계면활성제 입자의 감소로 차폐효과가 감소하였던 것과 같이, 산 처리 시간을 증가시키기에 따라 시료의 전자기파 차폐효과는 감소하는 경향을 나타내었다.(Figure 3)

3.4. 표면활성 촉매제 온도

표면 활성액 염화팔라듐(II)은 도금 금속의 성장핵이 되고, 도금 반응의 촉매로서 작용하는 미립자를 피도금체 표면에 부착시킴으로써 자동적으로 반응을 일으켜 도금막의 밀착성을 향상시키는 역할을 한다. 이때 활성액의 처리 온도를 증가시키면 도금 피막이 두껍게 형성되어 차폐효과는 증가된다. Figure 2와 Figure 4를 비교하면 동일한 에칭온도, 에칭시간에서 표면활성제의 온도가 25℃일 때보다 40℃일 때의 차폐효과가 향상되었음을 알 수 있다. 그러나 표면활성제 온도가 증가하면 도금 금속이 직물의 기공을 차단하기 때문에 직물의 공기투과도는 감소하게 된다.

4. 결론

폴리에스테르 직물의 표면 처리 조건을 변화시켰을 때 나타나는 전자기파 차폐효과를

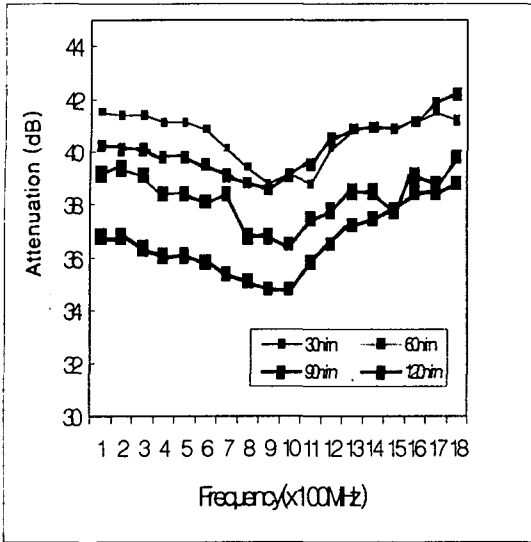


Figure 3. Effect of Etching Time on Shielding Effectiveness (Triton 5min, 25°C Etching, 25°C Catalyst)

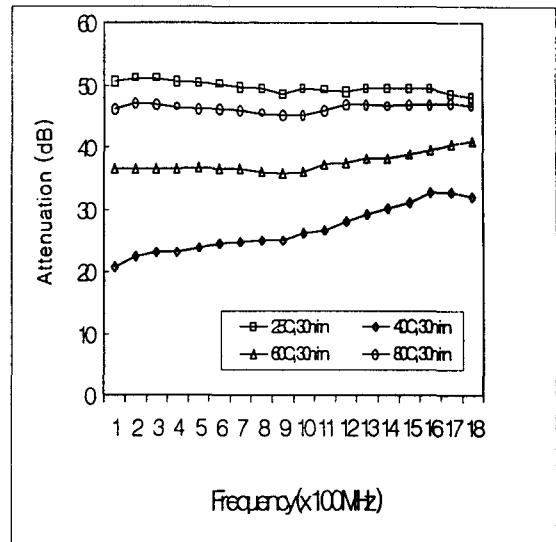


Figure 4. Effect of Surface Activator Temperature on Shielding Effectiveness (Triton 5min, 40°C Catalyst)

고찰한 결과는 다음과 같다.

1. 정련시 계면활성제의 농도는 전자기 차폐효과에 영향을 주며 농도 1.0%에서 가장 차폐효과가 큰 것으로 나타났다.
2. 강산에 의한 에칭온도가 상승할수록 차폐효과는 감소하는 경향을 나타내었다.
3. 산 처리 시간을 증가시킴에 따라 시료의 전자기파 차폐효과는 감소하였다.
4. 동일한 에칭온도, 에칭시간에서 표면활성제의 온도가 25°C일 때보다 40°C일 때의 차폐효과가 더 크게 나타났다.

5. 참고문헌

1. Innovation 128(Ed.), Tech Trends-International Reports on Advanced Technologies : Electromagnetic Interference Shielding - A Materials Perspective, Innovation 128 S.A., Paris, 1996
2. 한은경, 김은애, 오경화, "전자파 차단 의류소재 및 방호복 개발(I)-전도성 코팅법과 무전해 도금법의 비교-", 한국섬유공학회지, Vol.35, No.8 (1998)
3. 김남일, 장시성, 무전해 도금, 도서출판 동화기술(서울), 1996
4. 김홍구, 무전해 도금의 기술 동향 Trends in Electroless Nickel Plating, KINITY Technical Report No. 90, 1994
5. 김병훈, Pd Sol 촉매를 이용한 종이의 무전해 도금, 전남대학교 석사학위논문, 1990