

전자파 차폐 PET직물/폴리피롤 복합체의 안정성

김미선, 김한균, 변성원*, 정성훈**, 주진수***, 이준영
성균관대학교 섬유공학과, * 한국생산기술연구원, ** 한양대학교 섬유공학과,
***고려대학교 물리학과

Environmental stability of PET Fabric/Polypyrrole Composite for EMI Shielding

Mi Sun Kim, Han Kyun Kim,*Sung Weon Byun,
Sung Hoon Jeong, *Jin Soo Joo, Jun Young Lee
Department of Textile Engineering, Sungkyunkwan University, Suwon, Korea
*Korea Institute of Industrial Technology, Korea
**Department of Textile Engineering, Hanyang University, Seoul, Korea
***Department of Physics, Korea University, Seoul, Korea

1. 서 론

전기전도성 고분자 복합소재는 범용 고분자와 전기전도성 고분자를 복합화 하거나 직물 표면에 전도성 고분자를 코팅하는 방법 등에 의하여 얻을 수 있다. 전도성 고분자를 이용한 섬유복합체는 섬유의 우수한 물리적 성질과 전도성 고분자의 전기적 특성을 결합시켜 정전분산(static dissipation), 전자파차폐(EMI shielding) 및 군사용 레이더 위장막 등으로 응용되고 있다.

본 연구에서는 PET직물에 합성섬유의 최대 단점인 전기절연성을 극복하기 위하여 본질적 전기전도성 고분자인 폴리피롤 (PPy)을 화학적 방법 및 전기화학적 방법에 의해 코팅하여 전기전도성 섬유복합체를 제조하였다. SEM으로 표면 중합상태를 관찰하였으며 복합체의 전기전도도와 열안전성 및 전자파 차폐효율을 측정하였다.

2. 실험

본 실험에 사용된 기재직물은 PET 바스킷 직물이었으며 도판트로 naphthalene sulfonic acid, 산화제로 ammonium peroxydisulfate(APS) 및 iron(III) p-toluenesulfonate(FTS)를 각각 사용하였으며, 계면활성제로 polyvinly alcohol (PVA)을 사용하여 화학적 산화에 의해 폴리피롤을 합성하였다. PVA(피롤 무게의 10%)를 증류수에 용해한 후 피롤을 첨가하여 20℃ 초음파욕에 60분간 방치하여 우유 빛의 단량체에멀전을 제조하였다. 단량체 에멀전을 기존의 함침 방법 대신에 분사시키는 방법으로 PET직물 위에 분사한 후 도판트와 산화제가 용해되어있는 수용액을 분사하여 약 20분간 중합하였다. 중합시간이 지난 후 직물 표면에 반응하지 않고 남아 있는 단량체

와 산화제를 제거하기 위해 물과 메탄올 및 아세톤으로 각각 5분간 세척 후 건조하였다. 이 같은 방법을 반복하여 여러 번 폴리피롤을 화학 중합하였으며, 중합온도는 상온 및 저온(0℃)으로 달리하여 온도가 복합체의 특성에 미치는 영향을 조사하였다. 본 연구에서는 계면활성제로 사용된 PVA의 영향을 관찰하기 위하여 PVA를 포함하지 않은 단량체 용액을 사용하여 위와 같은 방법으로 0℃에서 직물 표면 위에 중합하여 중합상태와 전도도 및 열안정성을 비교하였다.

폴리피롤의 전기화학 중합에서는 전해질의 농도에 따른 중합상태를 비교하기 위하여 0.01M, 0.03M, 0.05M과 0.07M의 anthraquinone-2-sulfonic acid-Na salt 수용액을 각각의 전해질 용액으로 사용하여 전기화학 산화에 의한 복합체의 중합 시간에 따른 전기전도도 변화를 관찰하였다. 상대전극으로 stainless steel판, 작용전극으로 화학적 중합에 의해 폴리피롤이 코팅된 직물을 사용하여 KEITHLEY 2400 SourceMeter를 사용하여 120분간 일정한 전류를 가하여 중합하였다. 중합 후 물, 메탄올 및 아세톤으로 세척하고 건조하여 중합 상태와 전도도 및 열안정성을 관찰하였다. 제조된 섬유복합체의 전도도 측정은 FLUKE 73III Multimeter를 사용하여 체적비저항으로 측정하였다. 열안정성은 70℃ 공기중 및 항온항습(20℃, 65%)상태에서 오랜 시간동안 복합체를 방치하면서 시간에 따른 전기전도도 변화를 관찰하여 측정하였다. 또한 중합조건에 따른 직물/폴리피롤 복합체의 표면형상을 SEM으로 관찰하였으며 전자과차폐효율을 ASTM-D-4935 방법으로 측정하였다.

3. 결과 및 고찰

그림1에 보이듯이 폴리피롤을 중합할 때 사용된 계면활성제의 유·무에 관계없이 화학중합 횟수가 증가함에 따라 복합체에서 폴리피롤의 함량이 증가하였으며 이로 인해 체적비저항도 감소하였다. 폴리피롤의 함량 및 체적비저항은 초기에는 급격히 변화하다가 일정 횟수 후에는 큰 변화가 관찰되지 않았다. 계면활성제를 사용하지 않고 제조된 복합체는 계면활성제를 사용하고 제조된 복합체보다 동일한 중합횟수에서 무게 증가가 커서 체적비저항이 낮아졌으나 입자 크기가 커서 중합 표면이 고르지 않은 반면 계면활성제를 사용한 복합체는 표면이 매끈한 필름형태로 고르게 코팅되었으며 6회 중합후에는 7%무게 증가에서도 약 $1\Omega \cdot \text{cm}$ 의 높은 전기전도도를 나타내었다(그림2). 이는 계면활성제가 폴리피롤의 입자 크기를 감소시켰을 뿐만 아니라 중합온도 0℃에서 중합속도를 저하시켜 섬유표면에 균일하게 폴리피롤을 코팅하기 때문으로 판단된다.

화학중합 후 전기화학중합을 하면 복합체의 전도도가 급격히 증가하였는데 SEM 사진에 의하면 직물 표면이 치밀한 폴리피롤 필름으로 코팅되는 것이 관찰되었으며 복합체의 전도도는 화학중합 조건에 따라 다른 전도도를 나타냈으며 최고 $0.5\Omega \cdot \text{cm}$ 의 체적비저항과 30dB 정도의 비교적 우수한 차폐성능을 보였다.

본 연구에서 제조된 섬유 복합체들을 70℃ 공기중 및 항온항습(20℃, 65%) 조건에서 장시간 방치하면서 전기전도도를 관찰한 결과 FTS에 의해 제조된 복합체가 우수한 안정성을 보였으며, 산화제의 종류와는 관계없이 전기화학 중합을 한 복합체가 화학중

합만 한 복합체보다 안정성이 월등히 우수한 것으로 판단되었다. 이는 전기화학중합에 의해 제조된 폴리피롤 필름이 섬유 표면에 치밀하게 코팅되어 폴리피롤 필름 내부로의 산소 투과를 방지하기 때문으로 판단된다

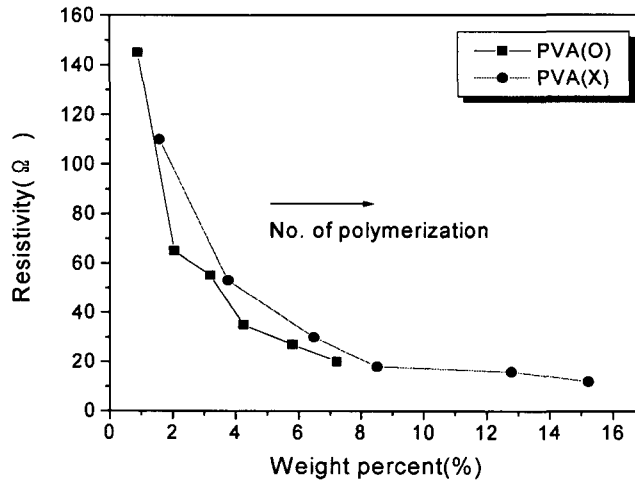


Figure 1. Weight percent of PPy and surface resistivity of composite as a function of number of chemical polymerization with(O) and without(x) PVA.

4. 결론

범용 PET직물과 전도성고분자와의 섬유복합체를 화학중합법과 전기화학 중합법에 의해 제조하였다. 화학중합을 0℃에서 화학중합을 한 복합체가 20℃에서 중합한 복합체보다 균일한 코팅형상을 보였으며 전기전도도 및 열안정성도 우수하였다. 화학중합 및 전기화학중합에 의해 제조된 전기전도성 섬유 복합체는 최고 0.5Ω · cm의 전도도와 30dB정도의 전자파 차폐효율을 나타냈다.

5. 참고문헌

- 1) Gregory, R.V., Kimbrell, W.C. and Kuhn, H.H., "Conductive Textiles", Synth. Met. 28, C823(1989).
- 2) Kuhn, H.H., "Polypyrrole Coated Textiles: Properties and Applications", Senn', Gakkai Symp. Prep. A103(1991).
- 3) Kuhn, H.H., " Anthraquinone-2-Sulfonuc Acid Doped Conductive Textiles",

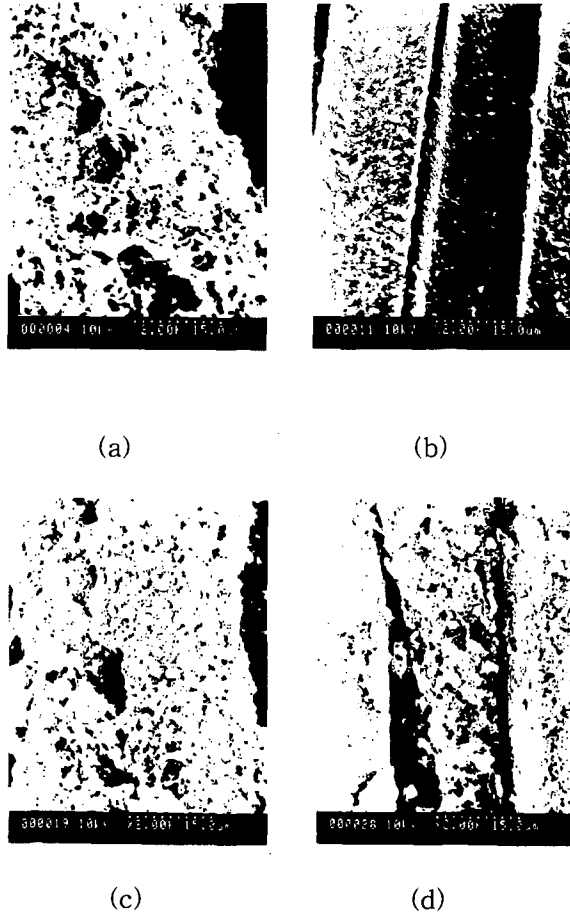


Figure 2. SEM photographs of PPy coated PET fiber(x2.00K)

- (a) chemically polymerized 6 times without PVA at 0°C
- (b) chemically polymerized 6 times with PVA at 0°C
- (c) chemically polymerized 6 times with PVA at 20°C
- (d) chemically polymerized 6 times with PVA at 20°C

감사의 글

본 연구는 1999년 산업 자원부 민군겸용기술 개발사업에 의한 지원으로 수행되었으며 연구비 지원에 감사드립니다.