

[III-57]

고에너지 이온빔에 의한 고분자의 micro-hardness 특성변화

최한우, 우형주, 홍완, 김기동, 김준곤, 김영석, 이삼근*
한국자원연구소 방사선응용분석그룹, 대전대학교 화학과*

고분자 표면에 MeV급 이온을 주입하게 되면 화학적, 광학적, 물리적, 전기적 특성 등 기존의 재래식 공정으로는 불가능한 다양한 특성변화가 일어나게 된다.⁽¹⁾ 본 실험에서는 이온 조사에 따른 micro-hardness의 변화에 중점을 두어 관찰하였다.

수 MeV로 가속시킨 Cl과 C 이온을 Kapton, Teflon, PMMA에 조사량을 바꾸어가며 조사하였다. 이때 조사 전후 고분자 시료의 표면 경도는 depth-sensing nanoindentation technique (Nano Indenter II, USA)을 이용하여 측정하였다.⁽²⁾ 측정깊이는 극표면효과와 기층효과 영향 무시할 수 있는 100 nm로 결정하였다. 또한 이와 같은 경도변화를 규명하기 위하여 각각의 시료에 대해 FTIR, Raman, UV-VIS, RBS, XPS 스펙트럼을 측정하였으며, 조사중에 발생하는 가스상 분자들을 RGA를 이용하여 측정하였다.

1 MeV Cl 이온을 Katon에 4×10^{15} ions/cm² 조사하면 경도가 0.35 GPa에서 7.1 GPa로 약 20배 정도 증가하게 되며, 이 경도는 stainless steel 경도 2~3 GPa, martensite steel 8~12와 비교하여 보면 상당히 높은 수준임을 알 수 있다. Teflon과 PMMA 시료의 경우 1 MeV Cl 이온 4×10^{15} ions/cm²를 조사시키면 각각 경도가 0.31GPa에서 4.1a, 0.30 GPa에서 3.9 GPa로 변화하였으며 Kapton에 비하여 상대적으로 경도의 변화가 적음을 알 수 있었다.

이온 주입된 Kapton의 경우 FT-IR 측정에 의하여 이온 조사량이 증가함에 따라 C=O 진동, 이미드 그룹의 CONH, tertiary amine의 C-N 흡수 피크가 크게 감소되며, 1×10^{14} ions/cm² 이상의 양이 조사되어야 개질변화가 일어남을 알 수 있었다. XPS 측정 결과 Kapton에 조사되는 이온양이 증가할수록 C=O, C-O 및 C-N의 탄소는 감소하고 페닐고리 탄소가 증가함을 알 수 있었다. 또한 이온 조사 중 측정된 RGA에서도 CO 가스가 대량 방출되는 현상을 관찰하였으며 FTIR 및 XPS에서의 C=O 결합의 감소와도 일치하였다. RBS에 의한 CNO 원소의 변화에서도 다른 원소보다 O의 감소가 현저하게 나타남을 확인하였다. UV-VIS 측정을 통해 조사 이온량에 따라 에너지 준위가 변동하여 흡수스펙트럼이 장파장으로 확대됨을 알 수 있었으며, 이는 공액 2중결합의 형성에 의한 π -전자 및 기타 결합에 기인한다.

PMMA 및 Teflon의 경우 FTIR 측정에 의하여 이온 조사됨에 따라 function group들의 peak가 세기가 감소되면서 완만해지는 경향을 보이며 원래의 구조를 상실하게 된다. PMMA와 Teflon은 이온 조사가 되면 가교형성보다는 사슬절단이 주로 일어나므로 가교형성이 잘 일어나는 Kapton보다는 상대적으로 경도의 증가가 적음을 알 수 있었다.

[참고문헌]

1. P. Mazzoldi, 'Ion Beam Modification of Insulators', Elsevier Press, New York, 1987
2. W. C. Oliver and G. M. Pharr, J. Mater. Res., Vol. 7, No. 6 (1992) 1564-1583