

Ion Cluster Beam Deposition으로 제작된 Polyimide의 알칼리 이온주입효과에 의한 전기전도도 변화에 관한 연구

최일상, 김기원, 홍창희¹, 조성진², 황정남, 김현경³, 문대원³

연세대학교 물리학과, ¹숭실대학교 물리학과, ²경성대학교 물리학과, ³한국표준과학연구원

1. 서론

I.B.C.D.에 의해 제작된 polyimide에 Li⁺, K⁺, Na⁺ 등의 알칼리이온을 주입시켰을 때 나타나는 전도도를 온도를 변화시키며 측정하였다. 온도에 의존하는 전도도 $\sigma(T)$ 는 insulator에 대한 Mott의 이론 $\sigma(T) = \sigma_0 \exp(-T_0/T)^{1/2}$ 에 적용할 수 있었다. 여기에서 σ_0 와 T_0 에 대한 의미를 찾고자 conducting grain model과 thermally activated hopping model을 도입하여 설명해 보았다.

본 실험에서는 $\sigma(T)$ 에 나타나는 σ_0 와 T_0 를 conducting grain model에 적용시켜 grain들 간의 electron hopping에 기인한 전하운반에 의해 변화되는 양으로 간주하였다. 또한 σ_0 와 T_0 는 이온에너지, 이온주입량, 또는 이온질량의 크기에 관계하는 항으로 설명하여 이온주입효과에 의한 전도도에 대하여 연구하였다.

2. 실험방법

I.C.B.D.에 의해 제작된 polyimide에 5 keV의 Li⁺, K⁺, Na⁺ 등의 알칼리 이온을 주입한 후 0°C에서 250°C까지 온도를 변화시키면서 4-point probe를 이용하여 전기전도도를 측정하여 이온의 질량이 전기전도도에 미치는 영향에 대하여 조사하였다.

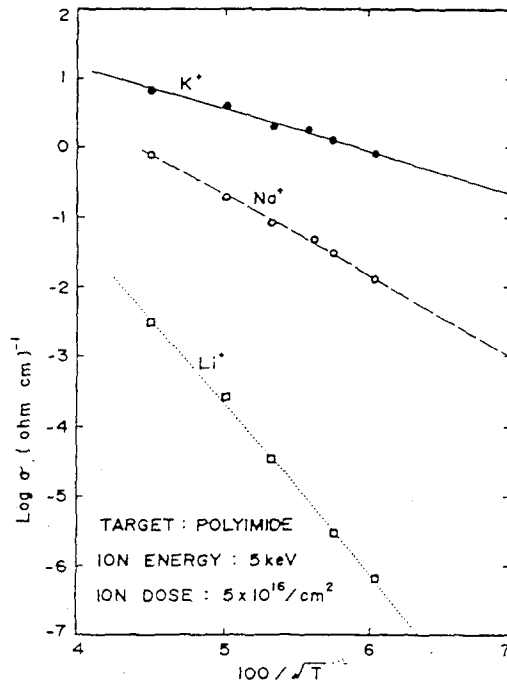
3. 결과 및 토의

I.B.C.D.에 의해 제작된 polyimide에 알칼리 이온을 주입한 결과 그림(1)과 같은 전기전도도를 얻었다. T_0 는 그림에서의 기울기로서 $T_0(\text{Li}) = 2.16 \times 10^4 \text{ K}$, $T_0(\text{Na}) = 1.13 \times 10^4 \text{ K}$, 그리

고 $T_0(K) = 6 \times 10^3$ K를 얻을 수 있었다. 이것으로 이온질량이 클수록 T_0 가 감소하는 결과를 얻었다. Mott의 이론을 근거로하여 conducting grain model을 이용한 추론에서도 이온의 질량 효과에 대해 같은 결과를 얻었다. 그리고 conducting grain model을 근거로하여 T_0 에서 구한 s/d 를 이용하여 σ_0 를 계산하였다. 그 결과 이온의 질량이 증가할수록 시료표면에 보다 큰 damage를 주게 되고 이로 인해 grain size가 증가하여 d 가 증가하거나 s 가 감소하게 되어 T_0 는 감소하고 σ_0 는 증가하는 것으로 보여진다.

4 결론

부도체인 polyimide에 알칼리이온(Li^+ , K^+ , Na^+)을 주입한 결과 전기전도도가 크게 증가하였다. 특히 이온의 질량이 클수록 보다 큰 전기전도도를 갖게 되었다. 이를 T_0 와 σ_0 로 설명하여 볼때, conducting grain model을 근거로 하여 보면, 이온의 질량이 증가할수록 damage를 많이 주게 되고, 이로 인해 grain size가 커져 electron이 보다 쉽게 hopping을 하게 되어 전기전도도가 증가하게 되는 것으로 보여진다.



그림(1)