

## LCD-BLU용 외부전극 형광램프의 흑화(Blackening)현상

황하청, 김정현, 정종문, 김동준, 봉재환, 정재윤, 구제환, 홍병희, 최은하, 조광섭

광운대학교 전자물리학과 LCD-BLU LAB

LCD-BLU용 형광램프로 널리 사용되고 있는 냉음극 형광램프(Cold Cathode Fluorescent Lamps: CCFLs)와 외부전극 형광램프(External Electrode Fluorescent Lamps: EEFLs)가 있다. 이들 형광램프의 수명에 영향을 주는 요인은 수은의 저감, 형광체의 열화, 그리고 방전 기체의 오염 등이 있다. 수은의 저감은 수은 이온과 다른 원자와의 결합으로 수은이 없어지는 것이다. 그 결과 방전 중에 수은 발광이 네온 발광으로 변하고 램프의 수명이 다하게 된다. 수은 이온과 다른 원자들과의 결합은 (1) 전극재와 결합하여 수은 아말감을 형성하거나, (2) 유리재의 알칼리 성분과의 결합으로 아말감을 형성하거나, 그리고 (3) 형광체의 알칼리 금속과 결합하여 아말감을 형성한다. 이러한 아말감은 전극부를 검게하거나, 유리관의 내부 표면이 검게 되거나, 형광체의 색이 검게 변색되는 현상으로 나타난다. 이와 같은 현상을 “흑화 (blackening or darkening [1-2])”라고 부르려고 한다. 흑화의 과정은 아직까지 명확하게 규명되지 않았다. CCFL은 방전관 내부에 금속(Ni) 전극이 플라즈마와 직접 접촉하므로 전극부의 강한 전기장에 의하여 에너지가 큰  $Hg^+$ 가 금속을 스퍼터하는 과정에서  $NiHg_2$ 의 아말감을 형성한다. 따라서 CCFL에서는 전극에 의한 수은량의 저감이 램프 수명에 큰 영향을 미친다. 실험적으로도 전극의 면적이 작으면 램프의 수명이 급격하게 줄어든다. 전극 길이가 작으면 상대적으로 더 강한 전기장이 전극부에 생성된다. 이로 인하여 전극부의 수은 이온의 에너지가 더욱 커져서 아말감형성을 더욱 용이 하게 한다. 따라서 전극의 크기나 형태에 따라서 수은 저감에 의한 램프 수명이 영향을 크게 받는다. 그 외에 동일한 유리재와 형광체를 사용하는 CCFL과 EEFL에서는 유리재와 형광체와의 수은 아말감 형성은 동일하게 나타난다. 본 연구는 유리관의 재질에 따른 흑화 실험을 통하여 흑화 현상을 규명하고자 한다. 유리재의 성분은 규소( $SiO_2$ )를 주성분으로  $Al_2O_3$ ,  $B_2O_3$ ,  $Na_2O$ 등으로 구성된다. 이때 유리재의 알칼리 성분인 Na와  $Hg^+$ 가  $NaHg_2$ 의 아말감 형성이 흑화의 요인으로 분석된다. 본 실험에서는 종래에 CCFL의 유리관인 Borosilicate, 일반 유리재인 Soda-lime, 알칼리성분이 작은 Aluminosilicate의 세 종류의 유리관을 실험대상으로 한다. 흑화의 유리재 성분과의 관계, 봉입가스 압력에 따른 흑화, 흑화의 발생 위치, 진행속도, 그리고 형태, 입력 전압 및 램프 전류의 세기에 따른 흑화의 진행 속도, 흑화에 의한 램프 수명 및 네온 발광, 흑화 방지를 위한 보호막(Pre-Coating)의 기능 및 효과 등을 실험적으로 분석한다.

Ref. [1] M. Thielen, et al, J. Vac. Sci. Technol. A Vol 14, No 5, 2930-2934, (1996)

Ref. [2] B. J. MULDER, et al, phys. stat. sol. (a) 63, 137 (1981)