

시아노계 아크릴레이트 3량체막의 제작과 전기적 특성

Fabrication and Electrical Properties of Cyano Acrylate Terpolymer Film

서정열*, 김진운**, 이 범종***, 권영수*
(Jeong-Yeul Seo*, Jin-Un Kim**, Burm-Jong Lee***, Young-Soo Kwon*)

Abstract

KAM200 which can be used electroluminescence binder is cyano material. In this study, we have fabricated KAM200 thin film by Spin-Coating method. And we have studied the electrical properties of KAM200 thin films. In the I-V characteristics, the current decreases as the voltage overflow definite voltage immediately. And that definite voltage depend on thickness of KAM200 material. In the case of thickness is 1.9[μm], definite voltage is 7[V]. And that's electrical field 3.86[MV/m]. The dielectric properties of KAM200 thin film is investigated by measuring dielectric dispersion and absorption. KAM200's Relative dielectric constant is 10.25, and it has high permittivity compared with different materials.

Key Words : KAM200, electroluminescence binder, electrical field, high Permittivity

1. 서론

현재의 고분자 재료는 기존의 무기 및 금속 재료가 갖지 못한 우수한 물성을 바탕으로 하여 절연체, 전자소자, 디스플레이 소자 등의 재료 등 광범위한 응용 분야에서 활용되고 있다. 하지만, 이러한 고분자 재료는 기본 조성이 유기물로 구성되어 있으므로 열이나 물리적인 충격 등 외부적인 요인에 취약하다는 단점을 가지고 있다. 범용의 고분자는 우리가 생활하는 일반적인 환경에 적합하지만, 인류의 기술 발전에 따라 가혹한 사용조건에 장시간 사용할 수 있도록 극한 물성을 갖는 고분자가 점차로 필요하게 되고 있다. 즉, 고분자재료의 구조물성적 측면에 있어서, 기계적 특성, 전기적 특성 및 화학적 특성 등에서 극한 물성이 요구되고 있는 실정이다.⁽¹⁾

본 연구에서 사용된 KAM200은 이러한 극한 물성을 지닌 고분자 재료로써 용해성, 내흡습성, 투명성, 접착성이 우수해야 하며 고유전율 물질로써 파괴전압이 높아 무기 전계발광(electroluminescence, EL) 램프의 binder로 활용이 기대되는 물질이다.⁽²⁾

따라서 본 연구에서는 KAM200을 두께 제어가 가능한 Spin-Coating법을 이용하여 박막화하였으며, 이를 Metal/Insulator/Metal(MIM) 구조의 소자로 제작하여 전압-전류(I-V) 특성 및 주파수 변화에 따른 유전 특성을 조사하였다.

2. 시료 및 실험방법

KAM200박막은 초순수 및 아세톤에 세척한 slide glass위에 Spin-Coating법을 이용하여 제작하였으며, 막의 두께를 제어하기 위해 전개량을 조절하였다. Spin-Coating법에 의한 막의 제작 조건은 500[rpm]에서 10[sec], 1000[rpm]에서 60[sec], 5000[rpm]에서 20[sec]동안 하였으며 100[$^{\circ}\text{C}$]에서 한 시간동안 건조 및 열처리를 하였다.

막의 전기적 특성 조사를 위해 그림 1과 같이 상,

* 동아대학교 전기공학과
(부산 사하구 하단2동 84014
Tel : 051-200-7738, Fax: 051-200-7743
E-mail : yskwon@mail.donga.ac.kr
** Korea Advanced Material Co. Ltd
*** 인제대학교 화학과

하부 전극에 Al을 9.9×10^{-6} [Torr]의 진공에서 증착하여 MIM 소자를 제작하였으며, 이때의 전극면적은 $0.2[\text{cm}^2]$ 이었다. 그리고 막의 전압-전류특성은 1[V]씩 전압을 인가하면서 약 2분 후의 안정한 전류값을 조사하였다. 그리고 유전특성은 HP4294A Impedance Analyzer를 이용하여 주파수(40[Hz]~110[MHz]) 변화에 대한 정전용량을 측정하였다. 이러한 전기, 유전 특성은 HP-VEE Programming을 이용하여 제어, 측정하였다.⁽³⁾

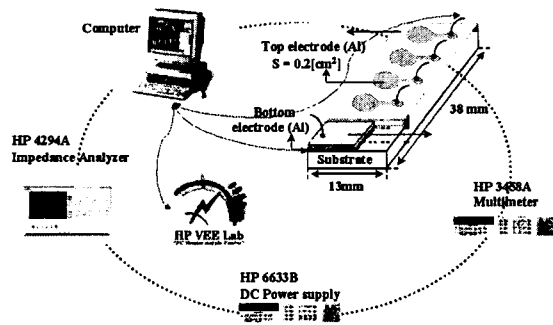


그림 1. 소자 모식도 및 측정 회로
Fig. 1. Schematic diagram of MIM devices and Measuring circuit

3. 실험결과 및 검토

KAM200박막의 제작은 전개량에 따라 각각 $1.9[\mu\text{m}]$, $2.05[\mu\text{m}]$, $2.56[\mu\text{m}]$, $2.99[\mu\text{m}]$ 을 제작하였으며, 전개량에 따라 균일한 두께의 막이 형성함을 확인하였다.

그림 2는 막의 두께가 $1.9[\mu\text{m}]$ 인 KAM200박막에 대한 MIM소자의 전압-전류(I-V) 특성으로써, 인가 전압이 증가할수록 비례하여 증가하던 전류값이 일정전압을 넘어서면 다시 감소하는 현상을 보이고 있다. 즉, 7[V]의 전압이 인가 될때 전류값은 $7.375[\text{nA}]$ 의 최대 값을 보인후 점차 감소하고 있다. 이러한 현상은 절연파괴의 경우로도 볼 수가 있으나, 재현성을 보이므로 절연파괴에 의한 현상이라고 생각하기에는 어렵다. 또한, 막의 두께가 $2.05[\mu\text{m}]$, $2.56[\mu\text{m}]$, $2.99[\mu\text{m}]$ 이 경우에도 최대전류값을 나타내는 전압의 차이만 있을뿐 비슷한 형태를 나타내며 재현성을 나타내었다.

그림 2에서 직선적인 구간에 대한 KAM200박막의 전기전도도 σ 를 식(1)에 의해 구하면 $10^{-12}[\text{S/cm}]$ 로

써 절연체성을 나타내고 있다.

$$\sigma = \frac{d_{ox} + d}{R \cdot S_0} \quad (1)$$

여기서, S_0 는 전극 면적으로 $0.2[\text{cm}^2]$ 이다.⁽⁴⁾

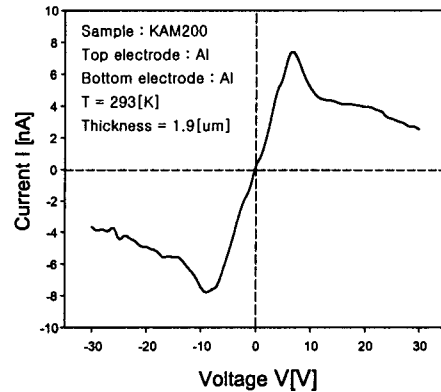


그림 2. KAM200의 전압 전류 특성
Fig. 2. I-V characteristics of KAM200

그림 3은 전압-전류 특성에서 최대 전류값을 나타내는 전압을 두께에 따라 plot한 것이다. 이러한 최대 전류값을 나타내는 전계가 약 $3.68[\text{MV/m}]$ 이며, 이 전계를 넘어서면 전류값이 줄어 드는 패턴을 보이고 있다. 이러한 독특한 전압-전류 특성을 보이는 이유에 대해서는 여러 가지로 조사중에 있다.

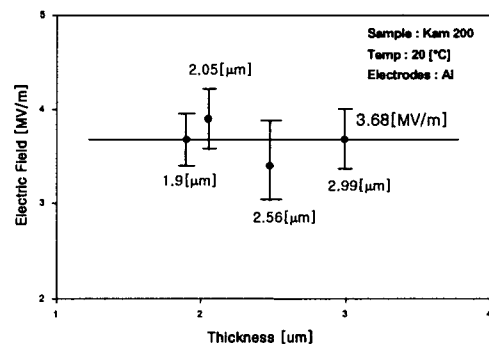


그림 3. 두께에 따른 KAM200의 전계
Fig. 3. Electric Field of KAM200 as to Thickness

KAM200박막의 주파수 변화에 따른 유전 현상을 알아보기 위해 Impedance Analyzer(HP-4294A)를 이용하여 주파수를 40[Hz]에서 110[MHz]까지 변화시켜 가며 콘덕턴스 G와 서셉턴스 B를 구하였다. 다음의 식 (2)는 복소유전율(complex dielectric constant)을 나타내며 이는 식 (3), (4)에 의해 계산

된다.

$$\epsilon^* = \epsilon' - j\epsilon'' \quad (2)$$

$$\epsilon' = \epsilon_\infty + \frac{1}{\omega \epsilon_0} \left(\frac{d}{S_0} \right) B \quad (3)$$

$$\epsilon'' = \frac{1}{\omega \epsilon_0} \left(\frac{d}{S_0} \right) G \quad (4)$$

여기서 ϵ_0 는 진공의 유전율, ω 는 각주파수, d 는 막의 두께, S_0 는 전극의 면적이다.⁽⁴⁾

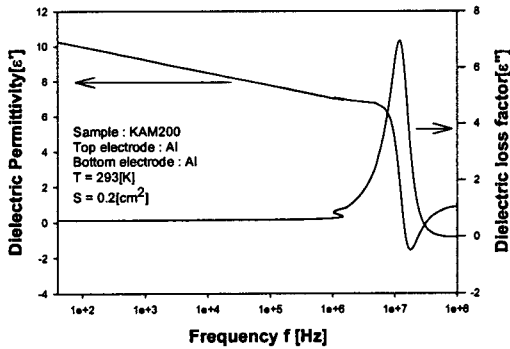


그림 4. KAM200의 유전특성

Fig. 4. Dielectric properties of KAM200

그림 4는 실온에서의 주파수에 변화에 따른 복소 유전율의 변화를 plot 한 것이다. 이 때 막의 두께는 1.7[μm]이며, 실수부 유전율(ϵ')은 주파수가 증가함에 따라 $10^6 \sim 10^7$ [Hz] 부근에서 급격히 감소하여 유전분산이 일어났다. 그리고 허수부 유전율(ϵ'')은 유전분산이 일어나는 10^7 [Hz]대역에서 피크를 이루며 유전흡수를 나타내고 있다. 따라서 이 실험에 사용된 KAM200 박막의 유전 특성은 배향분극에 기인하는 것으로 추정된다. 또한 그림 4로부터 구한 KAM200의 비유전율은 10.25정도로써 일반 고분자 재료에 비해 상대적으로 높은 값을 나타내었다.

4. 결론

본 논문에서는 무기 전계발광(electroluminescence, EL)의 binder로써 활용이 가능한 KAM200을 사용하여 Spin-coating으로 박막을 제작하였으며 전기 및 유전특성을 조사하였다.

1) KAM200의 전계광을 조절하여 막의 두께가 각각 1.9[μm], 2.05[μm], 2.56[μm], 2.99[μm]을 제작하였다.

2) 두께가 1.9[μm]인 막의 경우, 전압 인가에 대해 직선적인 전류값을 나타내었으며 7[V]의 전압이 인가 될 때 전류값은 7.375[nA]의 최대 값을 보인후 점차로 감소

하는 특성을 보였으며 이때의 전계는 약 3.68[MV/m] 정도이었다. KAM200박막의 전기전도도 σ 는 약 10^{-12} [S/cm]정도로써 절연체성을 나타내었다.

3) 주파수 변화에 의한 유전 특성에서 비유전율은 10.25로써 높은 값을 나타내었다.

감사의 글

본 연구는 과학기술부에서 추진하는 21세기 프론티어 사업 중 테라급 나노소자개발사업단 지원으로 수행되었음.

참고 문헌

- [1] 제갈영순, 고온구조용 고분자, 고분자 과학과 기술, Vol.11 제6호, 2000
- [2] J. U. Kim, The Polymer Soc., Korea, 2PS-107, P252, 2000.
- [3]. S. Y. Yoo et al., J. Korean Phys. Soc., 35, pS609., 1999.
- [4] 유 승엽, 정 상범, 박 재철, 권 영수, "말레이에트계 공중합체 LB막 MIM소자의 전기 및 유전 특성", 대한전기학회 논문지, 제46권, 8호, p. 1184, 1997.