

DMPC 인지질 단분자막의 변위전류 특성

최 용성<sup>1</sup>, 송 진원<sup>2</sup>, 이 경섭<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>동신대학교 전기공학과, <sup>2</sup>기계연구원

Displacement Current Characteristics of DMPC Lipid Monolayer

Yong-Sung Choi<sup>1</sup>, Jin-Won Song<sup>2</sup>, Kyung-Sup Lee<sup>1</sup>  
<sup>1</sup>Dept. of Electrical Eng., Dongshin University, <sup>2</sup>KIMM

**Abstract** - The physical properties of DMPC monolayer were made for dielectric relaxation phenomena by the detection of the surface pressures and displacements current. The current was measured after the electric bias across the manufactured MIM device. It is found that the phospholipid monolayer of dielectric relaxation takes a little time and depend on the molecular area. When electric bias is applied across the manufactured MIM device by the deposition condition of phospholipid mono-layer, it wasn't breakdown when the higher electric field to impress by increase of deposition layers.

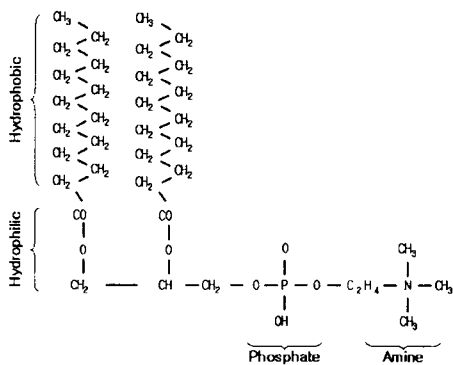
1. 서 론

유기나노박막은 기존의 무기물을 재료로 하는 소자에 비해서 여러 가지 장점을 가지고 있으며 도전성, 광도전성, 절연성, 그 밖에도 많은 기능성에 대한 연구가 이루어지고 있다 [1-3]. 이미 여러 가지 단백질이나 효소, 인지질, 지방산 등은 합성이 가능하며, 이중 인지질은 기본 구조가 지방산과 비슷한 소수기 알킬체인과 친수기인 카르복실기로 결합된 형태로 인지질과 지방산의 차이점은 친수기에 인산이 연결되어 있다는 점이다. 생체막의 전기적 특성에 대하여 발표된 연구는 지방산을 절연체로 이용한 캐패시터에 대한 결과가 있는데 소수기 알킬체인의 수가 많을 수록 내열성과 강도가 커지며 좋은 전기적 특성을 가질 수 있음을 알 수 있다 [4-10].

따라서 본 연구에서는 유기나노박막의 도전성, 유전성, 절연성 등의 나노소자로서의 가능성을 조사하기 위하여 전기적 특성에 대하여 검토하였다. 이를 구체적으로 제시하면, 유기나노박막의 전기적 특성은 인지질계 단분자인 DMPC (L- $\alpha$ -Dimyristoyl phosphatidyl choline) 유기단분자막을 이용하여 외부자력에 따른 변위전류법과 유전완화현상으로 물성평가와 누적 충수에 따른 MIM (Metal-Insulation-Metal) 구조의 디바이스를 제작하고 여기에 전압을 인가시켜 전류를 측정하여 전기적 특성을 연구하였다.

2. 시 료

본 연구에서는 인지질계 분자인 L- $\alpha$ -Dimyristoyl phosphatidyl choline(DMPC)를 이용하여 유기나노박막의 기능성에 대하여 연구하였다. 알킬체인이 2개인 지방질의 소수기와 인산에스테르, choline기를 포함한 친수성의 양친매성 물질로 구성된 DMPC는 클로르포름을 용매로 하여 0.2[mmol]의 농도로 조성하여 순수 (pH 6)에 전개하였다. 시료의 분자구조는 그림 1에 나타내었다.

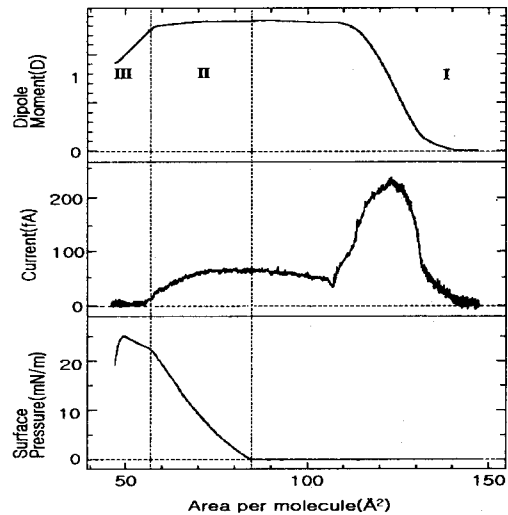


<그림 1> L- $\alpha$ -Dimyristoyl Phosphatidylcholine(DMPC)의 분자 구조.  
 <Fig. 1> Molecule structure of L- $\alpha$ -Dimyristoyl Phosphatidyl choline (DMPC).

3. 결과 및 고찰

3.1 인지질 단분자막의 압력자력에 의한 변위전류

그림 2는 압축과정에 있어서 DMPC 분자의 배향특성을 알아보기 위해 수면위에 분자를 비교적 많이 전개하여 실험한 결과이다. 압축이 시작되었을 때인 영역은 표면압이 변화하지 않는 기/액상상태 베리어의 압축에 의해 분자들이 주변 분자의 영향을 받아 쌍극자 모멘트의 발생과 함께 변위전류가 발생하였으며, 쌍극자 모멘트는 변위전류의 변이형태와 잘 일치함을 알 수 있다. 영역은 액상상태로 표면압이 증가하여도 쌍극자 모멘트는 거의 평형을 유지하는 단일 액상상태로 DMPC는 85[ $\mu$ ]에서 표면압이 발생하였다. 영역은 분자 구조의 배향성이 호트러져 막이 붕괴되는 상태로 변위전류는 거의 0이 되었다.



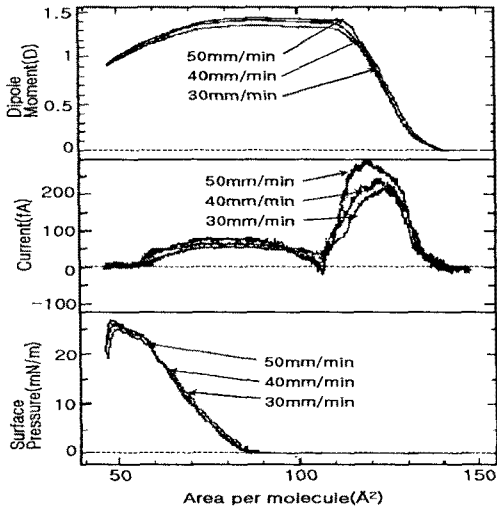
<그림 2>  $\pi$ -A, I-A, D-A 특성 (DMPC).  
 <Fig. 2> Characteristics for  $\pi$ -A, I-A, D-A (DMPC).

3.2 인지질 단분자막의 압력자력속도에 따른 표면압, 변위전류, 쌍극자모멘트

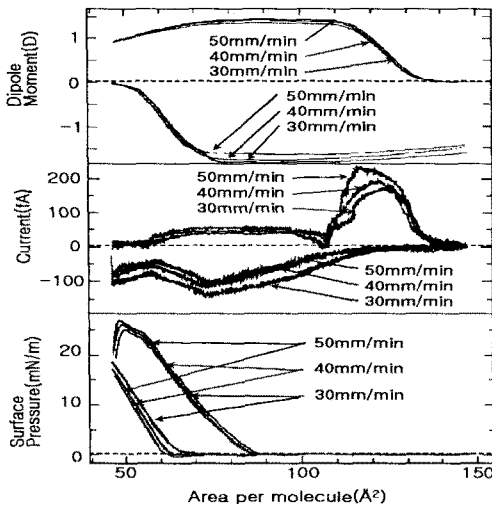
그림 3 (a)는 DMPC의 유기단분자를 수면에 전개시킨 후 압력자력 속도에 따라 낮은 압력과 높은 압력에서 베리어를 압축 (자력속도 30, 40, 50[mm/min])시켰을 때 분자점유면적에 대한 표면압, 변위전류 및 쌍극자모멘트의 결과이다. DMPC 단분자막의 경우 변위전류는 30[mm/min]일 때 141[ $A^2$ ], 40[mm/min]일 때 139[ $A^2$ ], 50[mm/min]일 때 138[ $A^2$ ] 부근에서 발생하기 시작하였으며 자력속도 30[mm/min]일 때 124[ $A^2$ ] 부근에서 220[fA], 40[mm/min]일 때 122[ $A^2$ ] 부근에서 245[fA], 50[mm/min]일 때 119[ $A^2$ ] 부근에서 300[fA]의 피크값이 나타났으며 자력속도가 빠름에 따라 변위전류의 최대값이 커짐을 알 수 있었다. 따라서 자력속도  $\alpha$ 가 빠를수록 변위전류의 크기가 비례함을 알 수 있었다.

그림 3 (b)는 DMPC 유기단분자에 베리어를 압축과 확장시 표면압, 변위전류 및 쌍극자 모멘트 결과이다. DMPC는 적은 전개량에서 barrier 압축과 확장시 변위전류의 발생지점은 각각 30[mm/min]일 때 157[ $A^2$ ], 95[ $A^2$ ], 40[mm/min]일 때 155[ $A^2$ ], 92[ $A^2$ ], 50[mm/min]일 때 153[ $A^2$ ], 90[ $A^2$ ]이었고 많은 전개량에서 변위전류의 발생지점은 각각 30[mm/min]일 때 145[ $A^2$ ], 64[ $A^2$ ], 40[mm/min]일 때 139[ $A^2$ ], 62[ $A^2$ ], 50[mm/min]일 때 138[ $A^2$ ], 61[ $A^2$ ]이었다. 쌍극자모멘트는 각각의 속도에 의하여 변위전류가 발생하는 지점에서 발생하기 시작하였고 표면압도 속도에 의해 막이 붕괴된 후 확장시 barrier 속도가 빠른 쪽이 분자의 회전운동이 빠르

다는 것을 알 수 있었으며 유기단분자막의 완전분리는 이루어지지 않고 표면압의 히스테리시스 곡선으로 보아 일정한 재현성을 확인할 수 있다.



(a) By pressure speed



(b) Compression and expansion

**<그림 3>  $\pi$ -A, I-A, D-A 특성 (DMPC).**  
**<Fig. 3> Characteristics for  $\pi$ -A, I-A, D-A (DMPC).**

#### 4. 결 론

본 논문에서는 유기나노박막의 기초물성으로 인지질계 유기단분자인 DMPC에 압력자극에 의한 표면압, 변위전류를 검출하여 유전 완화현상에 대한 물성평가를 하였다. 유기 나노박막의 물성을 관측한 결과, 압력자극에 의하여 인지질계 유기단분자막과 기능성 유기단분자막의 분자 점유면적당 변화되는 표면압, 변위전류, 쌍극자모멘트의 변이형태가 매우 일치함을 알 수 있었다.

#### [참 고 문 헌]

[1] Hans Kuhn, "Present status and future prospect of LB film research", 89 Fourth international conference on LB films, pp.2~3, 1989.  
 [2] L.S. Miller, D.J. Walton, P.J.W. Stone, A.M.McRoberts, R.S. Sethi, "Langmuir Blodgett films for nonlinear optical applications", Journal of materials science materials in electronic, pp. 75~82, 1994.  
 [3] S. Carrara, A. Gussoni, V. Erokhin, C. Nicolini, "On the degradation of conducting Langmuir Blodgett film", Journal of materials science materials in electronic vol. 6, pp. 79~83, 1995.  
 [4] J. Zhen, C. Lin, J.s. Men, T.L. Wei, Y. Wei, "Surface state density distribution in band gap of metal/LB Films/Semiconductor structure", 89 Fourth international conference on LB films, pp.388~389, 1989.

[5] M. Iwamoto, A. Fukuda, "Charge storage phenomena and I-V characteristics observed in ultrathin polyimide Langmuir Blodgett films", Jpn. J. Appl. Phys. vol. 31, pp. 1092~1096, 1992.  
 [6] Masuo Aizawa, Koji Owacu, Mieco Matsuzawa, Hiroaki Shinohara, Yoshihito Ikariyama, "Molecular film technology for bio sensor", 89 Fourth international conference on LB films, pp.176~177, 1989.  
 [7] M. K. Ram, R. Gowri, B. D. Malhotra, "Electric properties of metal/Langmuir-Blodgett(Polymeraldine base)layer/metal device", Journal of applied polymer science, vol 63. pp. 141~145, 1997.  
 [8] M. Iwamoto, T. Sasaki, "Thermally stimulated discharge of Au/LB/Air-Gap/Au structures incorporaying Cadmium Arachidate Langmuir Blodgett films", Jpn. J. Appl. Phys. vol. 29, pp. 536~539, 1990.  
 [9] M. Iwamoto, S. Shidoh, T. Kubota, M. Sekine, "Electric properties of Langmuir Blodgett films sandwiched between Pb-Bi superconducting electrodes", Jpn.J.Appl.Phys., vol. 27. pp. 1825~1830, 1988.  
 [10] Tohru Kubota, Mitsumasa Iwamoto, Hideyuki Noshiro, Matsuo Sekine, "Josepson junctions using polyimide Langmuir Blodgett films with a Nb/Au/PI/(Pb-Bi) structure", Jpn.J.Appl.Phys., vol. 30. pp. 393~395, 1991.