

Moving Wall형 LB법에 의해서 제작된 DLPC 지질막의 누적특성

The Deposition Characterization of DLPC Lipid Membrane by Moving Wall Type LB Methode

정용호* 서강전문대 열냉동과
이우선 조선대학교 공대 전기공학과
김남오 조선대학교 공대 전기공학과
이경섭 동신대학교 공대 전기전자공학부

Yong-Ho Chung* Dept. of Heating and Refrigeration, Seokang College
Woo-Sun Lee Dept. of Electrical Eng, Chosun University
Nam-Oh Kim Dept. of Electrical Eng, Chosun University
Kyung-sup Lee Dept. of Electrical and Electronic Eng, Dongsin University

Abstract

We fabricated the sample of ultra thin lipid membrane(L- α -DLPC) by LB methode. The π -A isotherm of the DLPC was measured at the air-water interface varying with the compressing speed and amounts of solutions for spreading. For good property of lipid monolayer film, it was necessary for the lower speed of compressing, and 40 μ l of solutions for spreading. The molecular arrangement of deposited films were evaluated by measuring the absorption, transmittance and intensity with the UV spectrophotometer. The Y-type multilayers prepared at 50mN/m showed weaker than Z-type. So we found building-up of structurally high quality LB films is essential to study properties of the films and to get reproducible data.

1. 서 론

최근 기능성 고분자 분야의 급속한 발전으로 보다 더 효율성과 신뢰성이 요구되고 더 우수한 전기적, 자기적 및 광학적 특성과 내식성 내열성 등이 있는 재료 개발이 요구되고 있는 추세이다. 현재까지 소자들을 구성하는 박막들은 무기질 재료가 주종을 이루어 왔으나 차세대 주목되는 물질로서 고분자 박막이 크게 주목받고 있다. 또한 고분자 물질에 요구되는 특성으로서 고온에 견디는 온도특성과 화학적으로도 안정한 구조를 갖는 새로운 대체 물질이 전기 전자 소자에 필요하게 되었다. 그리고 전도성 고분자 재료로서 최근에 TCNQ등의 LB 박막 제조법에 의한 물질이 개발되어 모든 전기적재료들이 요구하는 절연성과 도전성 그리고 반도체성까지 거의 실현되고 있는 단계에 이르렀다.^{1,2)} 현재 실리콘을 대표적으로 하고 있는 반도체 집적회로는 화합물 반도체나 유기물질을

재료로 사용할때 연산속도가 더욱 빨라질 수 있으므로 대체재료의 개발과 연구가 요구되고 있다. 가장 주목받고 있는 고분자 박막 제조법으로서 LB법은 단분자층으로부터 층을 겹겹히 쌓아올려 층수에 의한 두께제어를 함으로서 특성제어가 용이하게 되며 단분자층의 두께는 불과 수 Å~ 수십 Å으로 가장 작은 두께의 박막을 제작할 수 있으므로 초전도 응용 소자인 조셉슨 소자에서 절연막으로 가장 적합하다.^{3,4)} 최근의 연구동향은 정보의 수용과 전달, 화학적 반응, 스위치, 센서, 광전변환등이 생체막의 기능과 유사함이 판명되어 생체막으로 이러한 기능을 갖는 소자들을 제작하기 위한 연구가 활발하게 이루어 지고 있다. 생체막은 세포를 둘러 쌓는 외부벽으로서 외부에서의 각종 전달물질들을 수용하거나 배출하고 변환하는 인터페이스의 기능을 갖고 있다. 생체막을 인공적으로 제작하는 방법으로는 현재까지 LB법이 가장 적합하

다고 생각되며 생물학적으로 이미 여러가지의 단백질이나 효소 그리고 인지질 등은 합성이 가능하기 때문에 완전한 생체막의 제작방법이 조만간에 확립될 것으로 보인다. 또한 LB법으로 제작된 박막을 유전체로서 사용할 경우에 두께가 작기 때문에 막의 안정성이 좋다면 큰 정전용량을 가질 수 있다는 것이 장점이다. 그러나 생체막의 경우 물질에 따라 제작조건들이 다르고 다층제막이 어려운 점과 육안으로 잘 관찰하기 어려워 제막과 관측에 아직까지 많은 어려움이 따르고 있어 전기 전자적 디바이스로 생체막을 이용한 제작조건과 물성규명의 방법등이 불투명한 상태이다. 따라서 본 논문에서는 LB법을 이용하여 생체막을 구성하는 인지질을 실리콘 웨이퍼와 유리기판위에 제막하고 그 제작조건 및 기초적인 물성들을 연구하였다.

2. 실험방법

표 1은 본 논문에서 사용된 시료와 누적조건을 나타낸다. Moving wall type에서는 수조의 중간정도의 수위가 가장 적절하기 때문에 Moving wall 테이프와 수면까지의 간격을 약 5mm, Moving wall 테이프와 수조 밑까지의 간격은 10mm로 하여 증류수를 주입한 결과 약 350ml의 물의 양이 주입이 되어서 이 물의 양이 실험에 적합함을 보였다.

표 1. LB 막 누적조건.

Molecule Type	L- α -DLPC
Solvent Type	Chloroform(CHCl ₃)
Barrier Speed	20 mm/min
Target Pressure	50 mN/m
Target Temperature	19 °C
Dipper Speed(up)	8 mm/min
Dipper Speed(down)	5 mm/min
Substrate	Glass

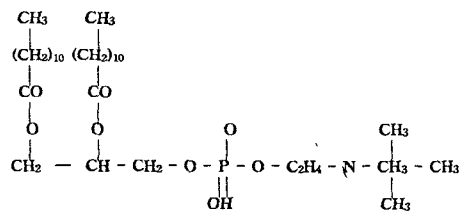


그림 1. 시료의 분자구조

L- α -DLPC (Dilauroylphosphatidylcholine)

그림 1은 L- α -DLPC의 분자 구조를 나타낸 것이다. 이것은 생체막의 구성요소의 일종으로서 지질이

있는데 인산이 존재하므로 인지질이라고 한다. 인지질의 종류는 수십가지에 달하며 L- α -DLPC의 알킬체인은 2개($2 \times C_{12}$)인 소수기와 인산에스테르, choline기의 친수기 물질로 구성되어 있다. 인지질은 달걀노른자에서 추출되는데 그 과정은 다음과 같다. 달걀노른자에 두배의 아세트산을 가해 실온에서 10분간 교반하고 흡인하여 거르는 과정을 2번 반복하면 걸러진 액은 중성지질이 된다. 여기에 다시 여러가지 공정을 거치면 인지질이 얻어지는데 이 과정에서 phosphatidylcholine(lecithin)이 추출된다.

3. 실험결과 및 검토

그림 2는 L- α -DLPC의 π -A 곡선으로 X 축은 단분자 막을 구성하는 분자 밀도로서 1 분자당 점유 면적을 나타내고 Y 축은 표면압력 π 를 나타낸다. 표면압력 π 는 물의 표면장력과 기수계면 단분자에 의해 낮아진 표면장력의 차이이다. Moving barrier의 이동속도를 20mm/min으로 하여 시료의 누적량을 각각 40 μ l, 35 μ l, 30 μ l를 주입하였다. 압력이 가해지지 않은 초기상태에서 40 μ l의 누적량일때의 분자단면적은 약 200 \AA^2 , 35 μ l일때 240 \AA^2 , 30 μ l일때 270 \AA^2 을 나타내어 누적량이 적을수록 초기 분자단면적은 증가함을 알 수 있었는데 이것은 수면위에 누적된 단분자의 양이 적을수록 단분자와 수면과의 각이 이웃한 단분자와 결합하지 않는 범위에서 적어지게 되어 상대적으로 면적이 커지게 된다고 생각된다. 즉 기상 상태에 따라 초기단면적이 결정되는데 적게 주입될수록 기상의 분자가 수면위를 차지하는 비율이 많아지기 때문이다. 그림에서 π -A 곡선의 형태로 볼때 30 μ l와 35 μ l의 주입량에 비해 40 μ l의 주입량이 비교적 적당하다고 보여지며 그 이유는 압력이 급상승하는 부분에서 일직선을 그어서 구해지는 1분자당 극한면적이 가장 적기 때문이다. 그러므로 주입량이 적을수록 압축되는 단분자의 양이 적어 고상의 박막을 형성하지 못하므로 저압에서 압력의 포화현상을 일으킨다고 생각된다. π -A 곡선에서 40 μ l의 곡선을 보면 약 200 \AA^2 에서 120 \AA^2 까지는 압축과정에서 표면압은 거의 변화를 나타내지 않고 있으나 120 \AA^2 이하로 압축되면서 표면압은 1.5mN에서 50mN으로 증가함을 나타내었다. 120 \AA^2 에서 표면압의 증가는 단분자들의 배열이 분산상태에서 정렬상태로 바뀌기 때문인

것으로 생각된다. 이에 따라서 표면압이 변화하기 시작하는 압력곡선의 하단에서 X축에 일직선을 그려서 분자 단면적을 구하였는데 본 L- α -DLPC의 경우에 120\AA^2 에서 표면압의 변화가 나타났다. 그리고 50 mN 을 넘어서면서 표면압력은 한계를 넘어 분자의 배향성이 흐트러지기 시작함이 나타났으므로 Target pressure는 50 mN으로 하여 박막을 제작하였다. 본 연구에 사용된 Moving wall type 의 수조는 시료의 주입량을 $40\mu\text{l}$ 로 하였고 너무 많은 양을 주입했을때 수면위에 과포화됨을 나타냈다. 그것은 수조면적에 비해 많은 양의 DLPC를 주입하면 분산된 시료위에 새로운 분자막들이 겹겹히 쌓이게 되어 무게의 증가로 인하여 수면의 하부로 침전되기 때문이라고 생각된다.

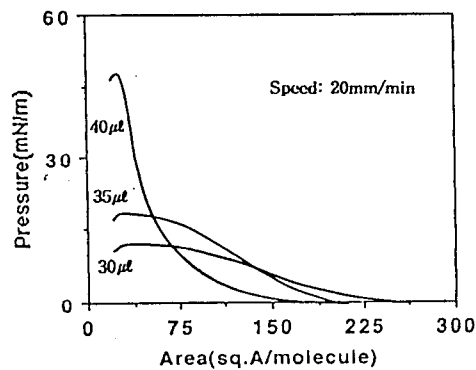


그림 2. L- α -DLPC의 π -A 곡선

그림 3은 시료의 주입량을 $40\mu\text{l}$ 로 일정하게 하고 Moving barrier의 속도를 20mm/min와 40mm/min으로 변화시켰을때의 π -A 곡선을 나타낸것이다. 속도가 감소하게 될수록 일반적으로 π -A 곡선은 오른쪽으로 이동하게 되고 단분자막의 극한면적은 감소하게 되어 더욱 안정한 고상의 막을 얻을 수 있게 됨을 알 수 있다. 또한 막 누적시 Moving barrier의 속도를 선정하게 될때 적절한 값을 구하기 위해서는 시료, subphase의 물리적, 화학적 특성이나 수조의 크기 등의 여러가지 조건들과도 상호관계가 있다. 일반적으로 경도가 높은 물질일수록 압축속도가 늦을수록 좋고 그 반대일 경우 빨라지는 경향이 있는데 그 이유는 경도가 높은 경우 이송속도를 빠르게 하면 막이 쉽게 붕괴될 우려가 있기 때문인 것으로 생각된다. 궁극적으로 좋은 π -A 곡선을 얻기 위해서는 적절한 누적량과 압축속도 등이 중요하고 pH가 5~6사이의 범위

에 있는 초순수 물을 사용할때 극한면적을 최대로 감소시킬 수 있음이 나타났다.

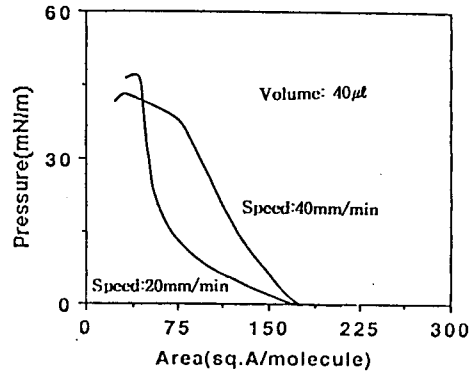


그림 3. 압축속도의 변화에 따른 π -A 곡선

그림 4는 누적량을 $40\mu\text{l}$ 로 하였을때의 속도변화에 따른 시간과 표면압, 수조면적의 관계를 나타낸 그래프이다. 그림에서 속도가 20mm/min일때 압력의 포화점과 수조의 면적(16cm²)은 최대포화압력과 최소분자점유극한면적의 포화점이 일치하게 되어 가장 최적의 조건을 나타내고 있음을 확인할 수 있다. 속도가 40mm/min일때는 역시 짧은 기간에 압력이 포화되어 안정되지 못함을 알 수 있었다. 압축을 개시한 후 15분뒤에 최적의 상태가 되므로 이때부터 기관의 dipping을 시작하여 막을 누적시킬 수 있다. 만약 포화압력상태에서 면적이 감소한다면 이것은 안정한 막이 되기 어려우며 일정하게 유지되는 시간까지 기다려야 하지만 그러나 시료 누적시 표면 분산시간과 용매의 휘발성이 존재하므로 수면에 단분자막을 전개하고 15분 후에 배리어 압축을 실행하였다.

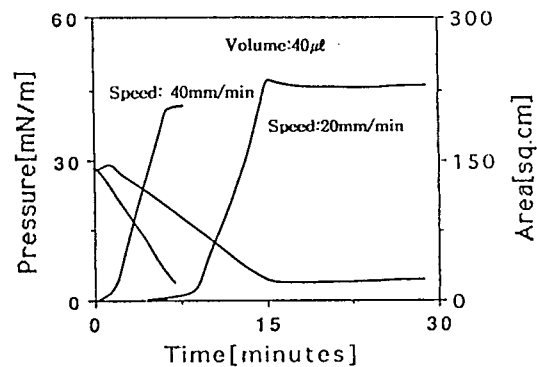


그림 4. LB 막의 시간변화에 따른 표면압과 면적변화

4. 결 론

기능성 분자전자소자에서 유기절연막으로의 가능성을 기대하고 있는 인지질 L- α -DLPC의 계막조건을 구하고 물성평가를 시도한 결과 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 상온(19°C), pH5-6의 범위의 수면상에서 40 μ l의 누적량과 20mm/min의 압축속도에서 가장 좋은 계막조건을 얻었으며 Target pressure는 50mN/m, 최소극한 분자점유면적은 약 120 \AA^2 로 나타났다.
2. 압력이 급상승하는 부분에서 일직선을 그어서 구해지는 1분자당 면적을 30 μ l, 35 μ l, 40 μ l에서 비교한 결과 DLPC 주입량이 많을수록 극한면적이 적어지게 되었으며 본 연구의 경우 40 μ l일때 적당하게 되었다.
3. 속도가 감소하게 될수록 π -A 곡선상의 단면적이 적어졌으며 단분자막의 극한면적은 감소하게 되어 더욱 안정한 고상의 막을 얻을 수 있게 됨을 알 수 있다.
4. 표면압력 50mN/m에서 L막은 수조면적이 변함없이 유지되므로 최적의 상태로 압축됨을 알 수 있었고 수면상의 단분자의 밀도가 더욱 더 조밀하게 되었으며 시간의 증가에 따른 압력의 변화는 속도가 적을때보다도 속도가 빠를때 더 크게 나타났다.

참고문헌

- (1) M. Iwamoto, A. Fukuda "Charge storage phenomena and I-V characteristics observed in ultrathin polyimide Langmuir Blodgett films" Jpn. J. Appl. Phys. Vol 31(1992) PP. 1092-1096
- (2) S. Carrara, A. Gussoni, V. Erokhin, C. Nicolini "On the degradation of conducting Langmuir Blodgett films" Journal of materials science : Materials in electronics 6 (1995) 79-83
- (3) M. Iwamoto, T. Sasaki "Thermally stimulated discharge of Au/LB/Air-Gap/Au structures

incorporating Cadmium Arachidate Langmuir Blodgett films" Jpn. J. Appl. Phys. Vol 29 No 3 March (1990) PP. 536-539

- (4) 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, No 10, October (1988) PP. 1825-1830