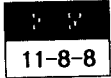


LB법에 의해서 제작된 DLPC 지질막의 캐패시턴스 특성



The Capacitance Properties of DLPC Liquid Membrane Fabricated by LB Method

정용호*, 이우선**

(Yong-Ho Chung, Woo-Sun Lee)

Abstract

LB layers of L- α -DLPC deposited by LB method were deposited onto n-type silicon wafer as Z-type film. Films made up of 8, 16 layers of lipid with long alkyl chain and the thickness of monolayer and multilayers was determined by ellipsometry. It was deposited Ag and Al onto LB layers and silicon wafer for electrode and small electrode exhibit high capacitance and low leakage current. The C-V curves of the MLS capacitor shows very high saturation value of capacitance. And cross-sectional SEM image of MLS capacitor indicated the presence of pore with Al electrode and we found that the Ag is good for electrode metal.

Key Words (중요용어) : LB (Langmuir-Blodgett), L- α -DLPC (Dilauroylphosphatidylcholine), MLS capacitor (Metal/LB films/Semiconductor capacitor)

1. 서 론

LB법은 분자수준에서 두께제어를 할 수 있기 때문에 초박막, 초격자 구조를 갖는 소자의 구현이 가능한 가장 유력한 방법이다.¹⁾ 분자전자소자를 완전하게 실현시키기에는 아직까지 연구단계에서 머물고 있지만 현실적으로 도전성, 광도전성, 그 밖에도 많은 기능성재료들이 현재까지도 연구되고 있다.^{2)~3)} 또한 절연막으로서의 LB막은 가장 얇은 두께로 제작이 가능하기 때문에 단위 면적당의 정전용량이 커질 수 있는 장점을 갖고 있다. 절연재료로서 LB법에 의하여 제작된 물질로 대표적인 것은 polyimide인데 이와 같은 유기화학적 물질외에 최근에는 지방산과 지질 등의 생체에서 추출된 재료들도 연구되고 있다.⁴⁾ 특히 생체물질은 자원적 측면이 COOH의 단순한 구조를 갖는 것에 비하여 인

지질의 경우에는 인산을 함유한 친수기를 갖고 있어 그에 따른 전기적 특성이 주목되는 물질이다. 본 논문에서 사용된 재료인 인지질은 달걀에서 추출할 수 있는 물질로 비교적 쉽게 정제할 수 있고 저가에서는 동물과 미생물등에서 재료를 얻기 때문에 멸종되지 않는 한 계속 쉽게 재료를 공급받을 수 있다. 현재까지는 지방산계의 물질들이 생체막으로서 연구의 주종을 이루었으나 지방산의 경우 친수이며 무해한 물질이다. 이것은 세포막을 주로 구성하는 물질로서 인산을 함유하고 있고 친수기와 소수기를 갖고 있으며 본 논문에서 사용된 DLPC의 경우 소수기 알킬체인의 수는 10이므로 이 수에 따라 다른 종류의 인지질이 존재하고 있다. LB법의 장점으로 이러한 유기화합물이나 생화학적물질을 쉽게 제작할 수 있는 것 외에도 제작 조건이 진공이나 고온분위기 그리고 대규모의 고가의 장비와 환경, 에너지를 필요로 하는 무기물 박막에 비하여 경제적이고 단순하다는 점이다. 또한 무기물 박막은 최소 두께가 수 백에서 수 천Å인데 유기물 박막은

* : 서강정보대학 열병동과
** : 조선대학교 공대 전기공학과
(광주시 서석동 375, Fax: 062-232-5218
E-mail : wslee@mail.chosun.ac.kr)
1998년 4월 16일 접수, 1998년 6월 8일 심사완료

불과 수 A에서 수 십A의 두께로 제작이 가능하기 때문에 집적도가 더욱 커질 수 있다. 그리고 이 분자수준의 박막은 전기신호 및 광신호등의 신호전달이 분자 수준의 미세한 구조속에서 더욱 빨라질 수 있고 자체적으로는 외부의 신호자극이나 전기전도에 의하여 발열하지 않으므로 내구성이나 수명등이 무기물 소자에 비하여 더 좋은 특성을 나타낼 것으로 기대되고 있다. 1983년 Batey는 MIM구조에서 단위면적당 캐패시턴스의 역수는 단분자층의 수에 비례함을 보여주었는데 이 결과는 수식으로 도출될 수 있으며 이를 이용하여 미지의 수를 계산하여 추측할 수 있는 계기가 되었다.⁵⁾ G. G. Roberts등은 이것을 이용하여 금속전극 위의 산화층의 두께를 산출하였으며 국내의 논문에서도 이와 같은 방법으로 알루미늄 전극 위의 산화막 두께를 산정한 연구가 보고되었고 생체막을 전기전자소자로 응용할 수 있는 가능성을 보여주었다.^{6)~8)} 본 논문에서는 안정한 단분자층의 누적을 위해서 최적의 제작조건을 정하고 LB막을 VLSI의 응용에 이용하기 위해서 MLS구조의 캐패시터를 실리콘 웨이퍼위에 설계, 제작하고 기존의 데이터와의 비교를 통하여 타당성을 검증한 다음 주파수에 의한 정전용량의 변화를 관측하였다. 제작된 시편은 SEM을 통하여 구조를 분석하였다.

2. 실험방법

표 1은 본 논문에서 사용된 시료와 누적조건을 나타낸다. 용매로 사용된 CHCl_3 의 순도는 99.5%이며 실험에 사용된 물은 초순수 장치(Chem. science)에 의하여 제조된 $18(\text{M}\Omega \cdot \text{cm})$ 의 저항값을 갖는 3차 중류수를 사용하였다. L- α -DLPC (Sigma.Co)는 granule 상태의 고체시료이며 분자량은 621.8이다. 이것을 용매인 클로로포름에 0.2 mmol/l의 농도로 조성하였으며 시료를 제조하고 채취할때 잘 섞이도록 하기 위하여 교반기를 사용하였고 마이크로 실린더(Hamilton Co. $50\mu\text{l}$)의 바늘을 용기의 밑부분에 넣어 시료를 채취하였고 사용한 후에 주사기 내에 이물질이 남아 막힐 수 있으므로 아세톤등을 사용하여 내부를 세척하였다. 시료는 $40\mu\text{l}$ 를 적하하고 압축한 다음 표 1과 같은 조건에 의하여 다층막을 제작하였으며 제작시 수조에 먼지나 진동, 소음으로 인한 악영향을 최소화하였다.

L- α -DLPC의 분자 구조를 그림 1에 나타내었다. 생체막의 구성요소의 하나인 지질은 여러가지가 있는데 이중 인산이 존재하는것이 인지질이다. L-

α -DLPC의 알킬체인 CH_2 는 2 줄로 되어있는 소수기와 인산에스테르, choline기의 친수기 물질로 구성되어 있다.

표 1. LB 막 누적조건

Table 1. Deposition condition of LB film

Molecule Type	L- α -DLPC
Weight	621.8
Conc.	0.2mmol/l
Volume	40 μl
Barrier Speed	20mm/min
Target Pressure	30mN/m
Target Temperature	19 $^{\circ}\text{C}$
Dipper Speed(up)	3mm/min
Substrate	Silicon wafer
Subphase pH	5~6
Subphase	Ultra pure water
F.B.Const 1	100
F.B.Const 2	100
Movig wall width	50mm
Dipper stroke	20mm

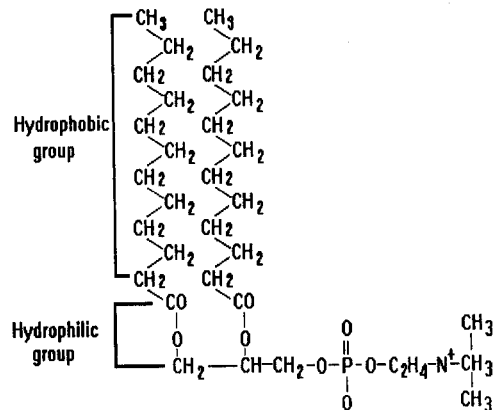


그림 1. L- α -DLPC의 분자 구조

Fig. 1. Molecular structure of L- α -DLPC

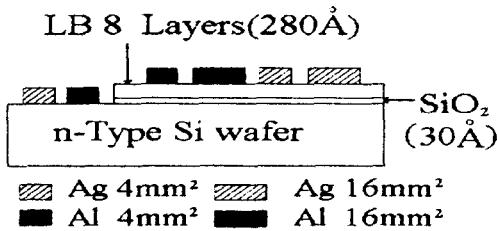


그림 2. MLS 캐패시터의 구조(I)
Fig. 2. The structure of MLS capacitor (I)

n-Type Si wafer위에 제작된 MLS캐패시터의 구조를 그림 2에 나타내었다. 실리콘 웨이퍼위에 1 층 제작한 후 Ellipsometer(Rudolf S 2000)를 이용하여 두께를 측정한 결과 실리콘 웨이퍼와의 계면에서 형성된 SiO₂막의 두께가 30Å, L막의 두께는 35Å으로 나타났으므로 8층을 제작하였을때 약 310Å의 두께가 됨을 관측할 수 있었다. 그 다음 마스크를 이용하여 면적을 4mm²와 16mm²로 각각 전극과의 거리는 약 5 mm이며 서로 같도록 조절하여 상부전극과 하부전극을 증착하였다. 전극은 진공증착기 (Vacuum science VSSE-2TS) 를 이용하여 각각 Ag, Al 을 증착하였다. Ag, Al 을 증착한 이유는 두 전극의 전위차가 다르기 때문에 각각 상부전극과 하부전극으로 이용하였을때 가장 이상적인 전극의 조합을 알아보기 위한 것과 이 두 전극과 LB 막 계면에서의 영향을 조사해보기 위한 것이다.

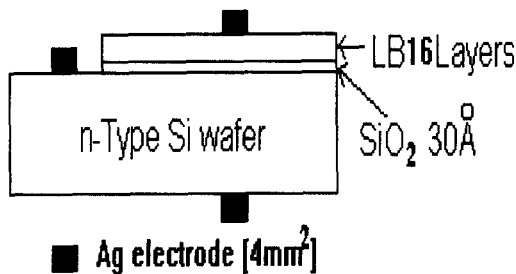


그림 3. MLS 캐패시터의 구조(II)
Fig. 3. The structure of MLS capacitor (II)

그림 3은 다른 구조의 MLS 캐패시터를 나타낸다.

두께에 대한 전기적인 물성을 충분히 관측하기 위하여 16층을 제작하였고 전극은 4mm²의 전극 마스크를 이용하였고 그림 2와 비교하기 위해서 각 전극의 위치는 동일하게 하였으며 증착한 물질은 Ag이다. 그리고 수평전계와 수직전계에 의한 영향을 조사하기 위해서 배면전극을 증착하였고 배면전극의 위치도 상부전극과 동일하게 하였으며 재료는 Ag를 사용하였다.

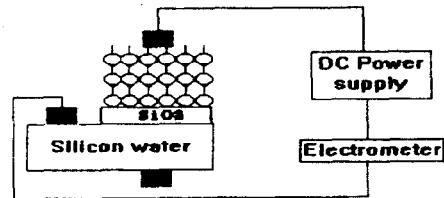


그림 4. I-V 측정 회로도
Fig. 4. Measurement circuit for I-V characteristics

그림 4는 I-V 측정 회로도이다. 8층 16층 각각의 층에 대하여 측정하였고 전극은 Dotite를 이용하여 wire bonding하였다. 전압은 Programmable DC power supply(S 2030)을 이용하여 -5V에서 +5V까지의 범위에서 1초 간의 간격을 두고 0.5V씩 증가시키면서 누설전류를 측정하였다. 수평전계와 수직전계에 의한 영향을 조사하기 위해서 각각의 전극들을 따로 연결시켜 측정하였고 전기적 특성은 Keithley 617 Electrometer 를 이용하였다. 측정치의 안정값을 얻고 충분한 warming up을 위하여 모든 측정기는 스위치를 넣은 후 1시간 정도 대기한 후 측정하였다. CV 특성은 Keithley 590 CV Analyzer를 PC에 연결하여 측정하였다. 측정 주파수는 각각 100 kHz 와 1 MHz 이며 -5V ~ +5V의 전압 범위에서 Step voltage 는 0.5V, Sweeping time 은 0.1 minutes 의 조건에서 측정하였다. 그리고 더 높은 전압인 30V에서의 정전용량을 측정하였는데 사용된 기기는 digital LCR meter를 사용하였으며 주파수는 각각 120Hz와 1KHz였으며 바이어스 전류는 각각 45mA, 0.45mA, 0.0045mA의 조건에서 측정하였다.

3. 실험결과 및 검토

3.1. 전이비

L- α -DLPC의 막 제작시의 시간에 따른 표면압과 분자점유 면적(π -A)의 관계를 그림 5에 나타내었다. 초기에 π -A곡선에서 막이 붕괴되는 압력은 약 50mN/m로 나타났었으며 적절한 표면압을 선정할때 본 논문에서는 캐패시터의 절연막으로서 제작하기 위하여 강도가 높은 박막이 필요하기 때문에 비교적 높은 압력인 30mN/m에서 제작하였다. 여기서 a구간은 박막이 압축된 후 안정성을 갖도록 하기 위하여 5분 정도 유지한 시간이며 b구간부터 dipper가 transfer start 즉 up stroke동작을 개시하였는데 압력은 약간 상승함을 보였고 이것은 기수계면 위의 L막이 잘 압축되었음을 의미한다. 이때 압축된 수면상의 면적은 선형적으로 감소하여 기판으로 전이됨을 나타내었고 c구간에서는 dipper가 수면위를 지나고 압력이 다시 처음의 상태로 복귀됨을 보였다.

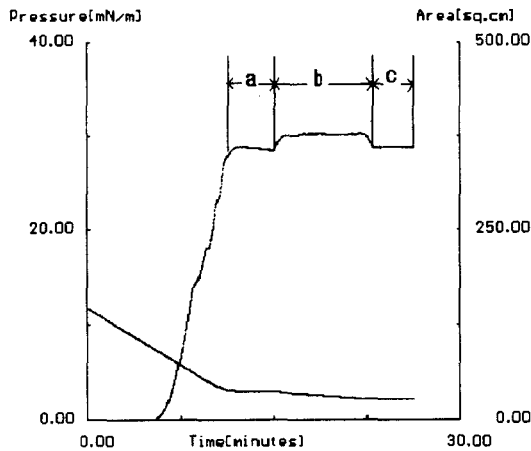


그림 5. L- α -DLPC의 π -A등온선
Fig. 5. π -A isotherm of L- α -DLPC

그림 6은 spectroscopic ellipsometer(Rudolf S 2000)를 이용하여 측정된 박막의 두께측정에 대한 내용이다. 각각 1 layer와 3 layers, 8 layers에 대하여 측정된 결과 층수에 비례하여 선형적으로 증가하였으므로 잘 제작되었음을 알 수 있었다. 그리고 1 layer에서는 65Å으로 나타났는데 분석한 결과 실리콘과 1 layer의 계면에서 형성된 자연산화막이 30

Å으로 나타났으며 이것의 두께가 일반적인 자연산화막의 두께보다 다소 큰 값으로 된것은 1층제막시에 실리콘 웨이퍼가 초순수속에서 산화된 양이 더 늘어난 것으로 추측된다. 따라서 한 층당의 두께는 35Å으로 추측된다. 측정시 사용된 기판은 ellipsometer의 특성상 반사되는 빛의 파장이 측정되기 때문에 반사가 잘되는 실리콘 웨이퍼를 사용하였다.

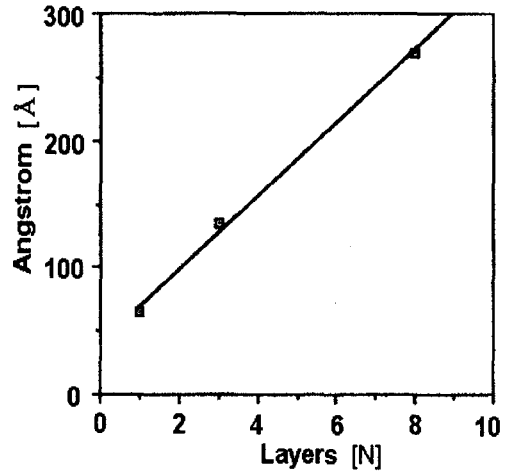


그림 6. 엘립소미터에 의하여 측정된 LB막의 두께
Fig. 6. LB film thickness by ellipsometer

그림 7은 dipping speed(up)에 대한 전이비를 나타내었는데 막 제작시 초기에 Y-type제막에서 전이비가 좋지 않았으므로 Z-type으로 하였으나 차후 초순수에 가할 수 있는 화학적 방법에 의하여 개선될 수 있으므로 이에 대한 연구가 요구된다. 전이비란 수면상의 물질이 기판으로 옮겨지는 비를 나타낸 것으로 가장 좋은 전이비는 100%이지만 80에서 120%의 범위내라면 좋은 전이비라 할 수 있다. 기초 막 제작실험에서 디퍼(dipper)의 속도가 빠를때 전이비가 감소됨을 발견하여 속도를 최속속도인 3mm/min으로 한 결과 양호한 전이비가 나타났으며 전이비가 너무 높으면 막의 표면에 불균일한 층이 생겨 평탄성에 나쁜 영향을 끼치게 되고 너무 낮을 경우에도 다층제막시 표면과 구조상의 문제가 생긴다. 가장 좋지 않은 경우는 -의 전이비가 생기는 경우이다. 이때에는 오히려 기존에 제작된 막의 물질

을 깎아내리기 때문이다. 따라서 다층막까지 제작하면서 전이비를 관찰하여 좋은 제작조건을 찾아내는 것은 LB막 제작에서 대단히 중요한 것이다. 그림에서 7mm/min의 속도에서 전이비가 낮음이 관찰되었고 3mm/min으로 한 결과 전이비가 향상되어 이상적인 범위내에 위치하게 되었다. 결국 DLPC의 경우 낮은 속도에서 박막이 잘 형성될 수 있음을 알 수 있었다.

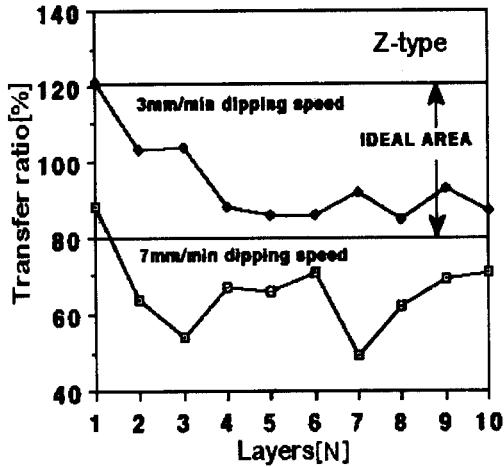


그림 7. 각 층의 전이비
Fig. 7. Transfer ratio of each layer

3.2. C-I 특성

그림 8은 LCR meter를 이용하여 측정한 LB막 캐패시터의 상부와 하부의 전극재료에 대한 정전용량을 나타내었다. LCR meter의 전압은 DC 30V로 고정되어 있으며 측정기의 CPU제어에 의하여 발생하는 sine wave의 AC bias전류는 각각 45mA, 0.45mA, 0.0045mA이다. 이것은 LB막의 바이어스에 대한 내성을 알아보기 위한 것으로 여기에서 30V의 전압에서도 LB막은 절연파괴가 일어나지 않았기 때문에 훌륭한 절연성이 확인되었고 최대 45mA의 바이어스전류에서도 절연파괴는 일어나지 않았으며 전반적으로 바이어스전류에 비례하여 정전용량은 증가되었다. 그림에서 하부전극은 Ag를 사용하고 상부전극은 Ag와 Al을 사용하였을 때를 비교한 결과 Ag인 경우에 더 높은 정전용량을 나타내었으며 이것은 일함수차에 의하여 Ag의 누설전류가 Al보

다 작아져 정전용량이 더 증가된 것으로 생각된다.

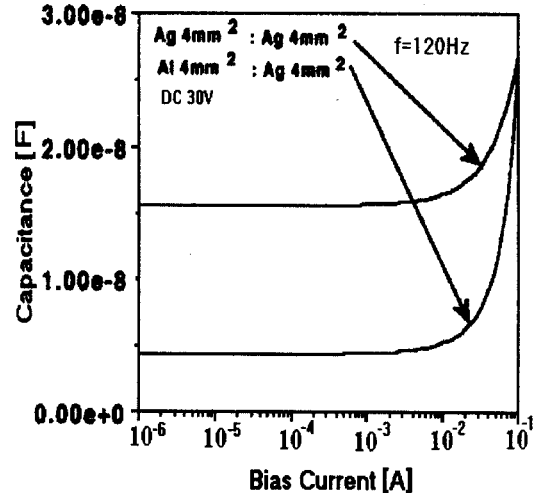


그림 8. 바이어스전류에 의한 정전용량특성
Fig. 8. Characteristics of capacitance and bias current
(Upper electrode: Ag, Al, 4 mm², Lower electrode: Ag 4 mm²)

그림 9는 하부전극을 Al로 하고 상부전극을 Al과 Ag로 하였을때의 정전용량의 비교인데 전반적으로 보면 Ag를 각각 상부, 하부 전극으로 사용하였을때 보다 낮은 값을 갖고 있어 Ag가 Al보다 더 좋은 특성을 보였으며 상하부전극 모두 동일한 재료를 사용할때 다른 전극을 사용하였을 때보다 더 높은 정전용량을 나타내었다. 그리고 Ag/LB/Si/Ag와 Al/LB/Si/Ag의 정전용량의 차이보다 Al/LB/Si/Al과 Ag/LB/Si/Al의 Ag의 일함수가 Al보다 높으므로 정전용량의 차이가 더 적었으며 하부전극의 일함수도 박막의 유전특성에 큰 영향을 준다는 것을 알 수 있었다. 그림 10은 하부전극으로 Ag를 증착하고 상부전극은 Ag를 4mm², 16mm²으로 Al을 4mm², 16mm²로 면적을 다르게 하여 비교한 결과인데 상부와 하부 모두 Ag 일때가 가장 큰 정전용량을 가지며 전극면적은 작을 수록 정전용량이 증가하였다. 그 이유는 면적이 커질 수록 금속전극이 LB 막내로 침투하는 양이 많아져서 누설전류가 커지게 되고 이것은 막의 유전성에 나쁜 영향을 미친

다고 생각된다.

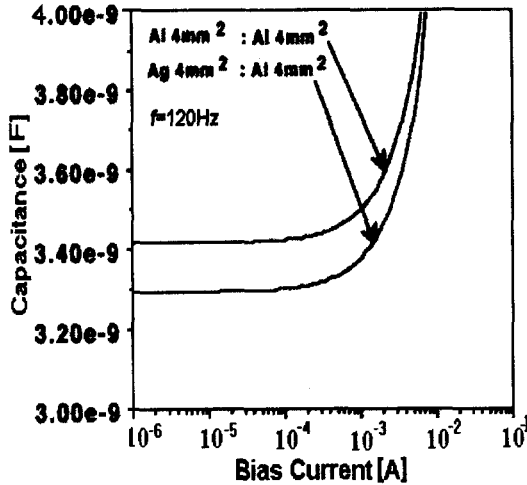


그림 9. 바이어스 전류에 의한 정전용량특성
Fig. 9. Characteristics of capacitance and bias current (Upper electrode: Ag, Al, 4 mm². Lower electrode: Al 4 mm²)

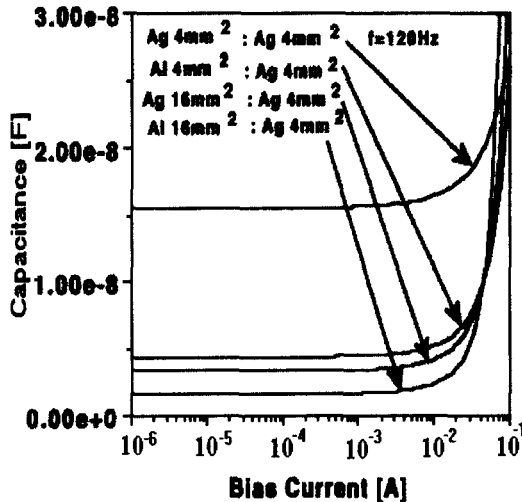


그림 10. 바이어스 전류에 의한 정전용량특성
Fig. 10. Characteristics of capacitance and bias current

(Upper electrode: Ag 4mm², 16mm², Al 4mm², 16mm², Lower electrode: Ag 4mm²)

일반적으로 상부전극의 면적이 증가할수록 정전용량이 증가할것으로 예상되나 LB박막의 경우 박막의 강도가 약한 단점이 있으므로 면적이 커질수록 spike가 증가하여 누설전류가 증가하게 되고 그 결과로서 정전용량이 감소하는 것으로 생각된다. 그림 11은 LCR미터에 의하여 측정된 정전용량을 나타내었다. 제작된 캐패시터의 전극은 모두 Ag이고 두께는 각각 8, 16layers이다. 전반적인 특성으로 주파수가 낮아질수록 정전용량은 증가하였으며 두께가 증가될수록 변화폭이 적어지므로 두께가 커질 경우 주파수 변동에 따른 정전용량의 변화가 적은 안정한 캐패시터가 됨을 알 수 있었다.

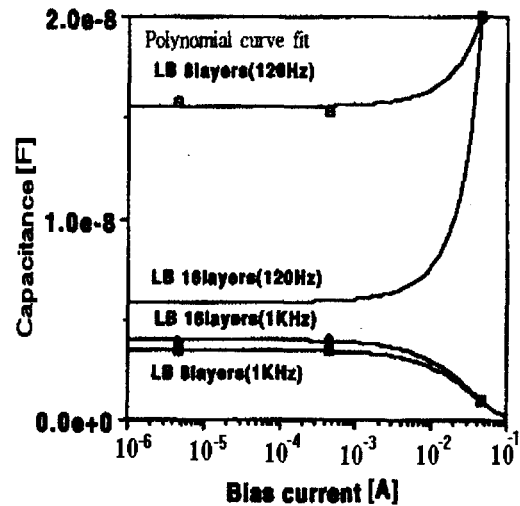


그림 11. 바이어스 전류에 의한 정전용량특성
Fig. 11. Characteristics of capacitance and bias current

(Upper electrode: Ag 4mm², Lower electrode: Ag 4mm²)

그림 12는 LCR meter에서 측정한 16layers 배면전극의 정전용량이다. 주파수가 120Hz와 1KHz일때 그림 11에서 보였던 16layers 수평전극인 경우와 비교하면 편차가 크게 증가하고 있다. 이것은 전계의 작용거리가 짧아짐에 따라 주파수 변화에 매우 민감한 반응을 보임을 나타낸다. 그림 13은 수식의 근본이 되는 $1/C \propto N$ 의 특성을 나타낸다. 5V에서의

값은 일반적인 CV곡선에서 포화되었을 때 나타나는 accumulation의 값으로 계산하였는데 역시 선형적으로 비례함을 보여 안정적으로 막이 증착됨을 나타내었고 DLPC는 30V의 전압에서도 절연과 파괴되지 않은 훌륭한 절연성이 있음이 판명되었다.

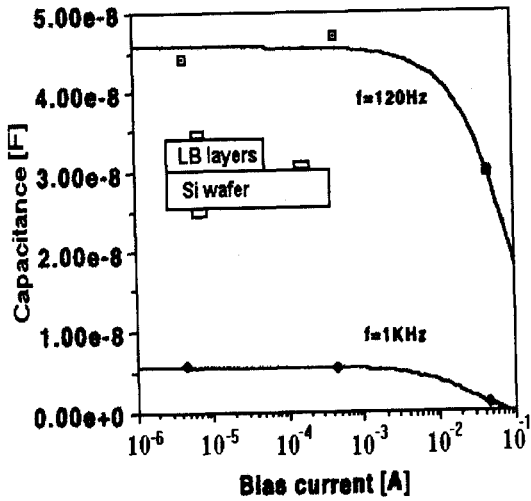


그림 12. 배면전극 구조에서의 정전용량특성
Fig. 12. Characteristics of capacitance for through-plane structure

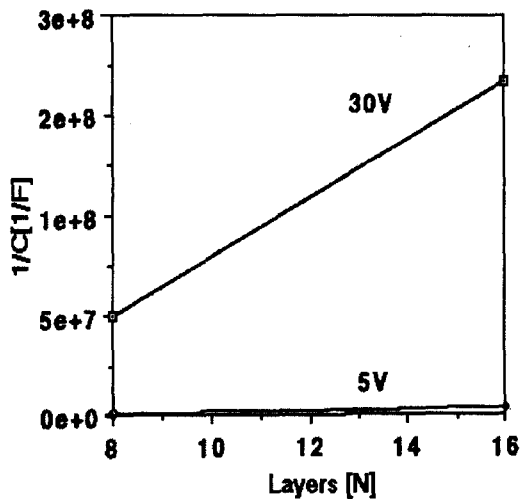


그림 13. 용량과 층수에 대한 특성
Fig. 13. Characteristics of capacity and layers

3.3. I-V 특성

그림 14는 두께에 대하여 비교한 누설전류인데 8layers의 두께는 약 275A으로 추산되며 16layers는 약 515A으로 예상된다. 두께가 적은 경우에는 완만한 지수함수적 포화를 나타내었으며 두 시편의 누설전류의 차이는 크지는 않았고 두께가 커질수록 곡선은 직선적인 ohmic특성을 보여주는데 이것은 더 높은 전계에서 급증하고 포화하는 일반적인 절연성을 생각해 보면 더 높은 전계에서도 파괴되지 않는 강한 절연성을 나타낸다고 볼 수 있다. 따라서 두께가 증가할수록 그래프의 기울기는 선형에서 지수함수적으로 변화한다는 것을 알 수 있었다.

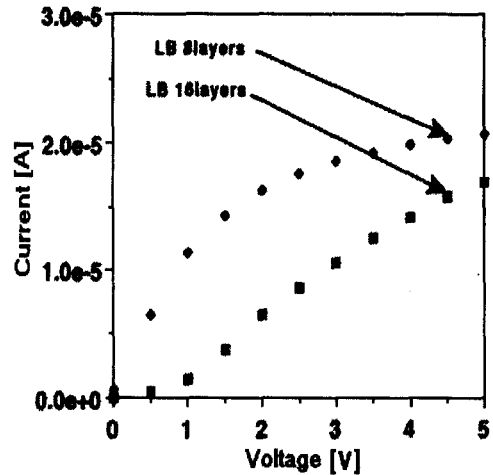


그림 14. 두께에 대한 I-V특성
Fig. 14. I-V characteristics for different thickness

3.4. C-V 특성

그림 15는 DLPC를 각각 8layers와 16layers로 하여 전극은 상하부 모두 4mm²인 캐퍼시터의 정전용량의 비교를 나타낸 것이다. CV측정시 주파수는 1MHz로 하였으며 8layers의 정전용량이 증가한 것은 두께가 적기 때문인 것으로 생각되고 8layers는 16layers에 비하여 크게 증가하는 경향을 보여주고 있다. 따라서 두께가 작은 경우 정전용량의 증가폭이 더욱 커짐을 알 수 있었다.

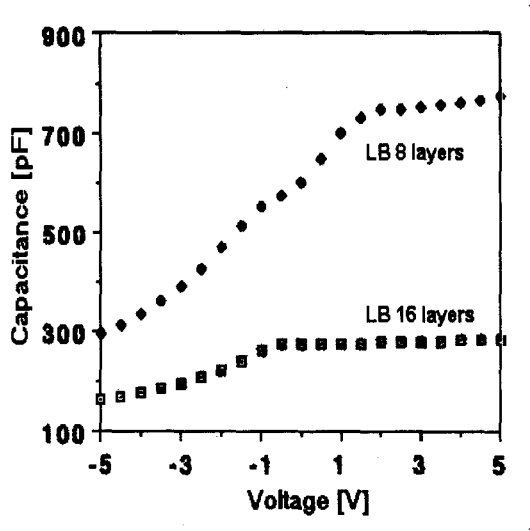


그림 15. 두께에 대한 C-V특성
Fig. 15. C-V characteristics for different thickness

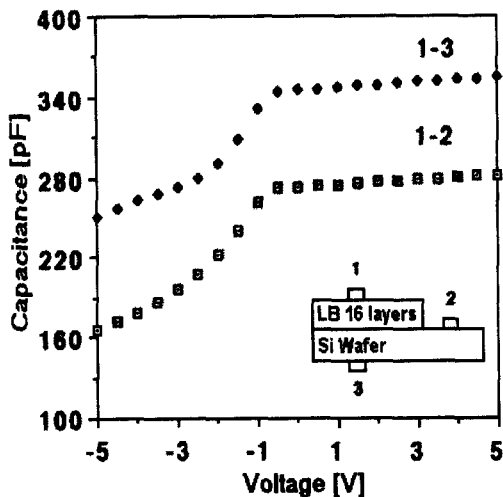


그림 16. 다른 구조에서의 정전용량특성[수평(1-2), 수직(1-3)]
Fig. 16. Characteristics of capacitance for different structures [in-plane(1-2), through-plane(1-3)]

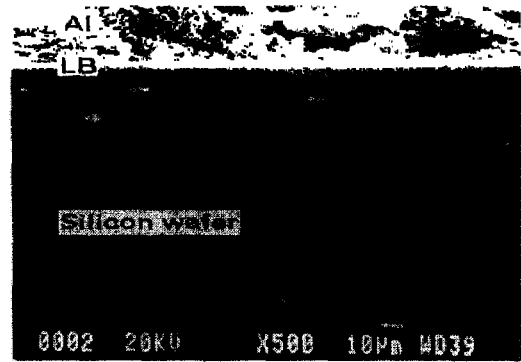


그림 17. Al/LB/Si wafer의 절단면 SEM사진
Fig. 17. Cross-sectional SEM image of Al/LB/Si wafer

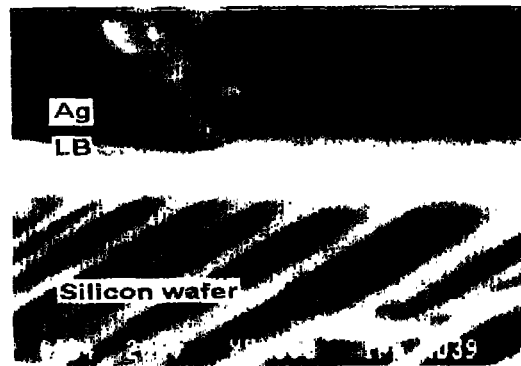


그림 18. Ag/LB/Si wafer의 절단면 SEM사진
Fig. 18. Cross-sectional SEM image of Ag/LB/Si wafer

그림 16은 배면전극(1-3)과 수평전극(1-2)과의 정전용량의 차이인데 배면전극인 경우가 더 높은 정전용량을 나타내었으며 그것은 전계가 수평전극에 비하여 더 짧은 거리에서 가해져 나타난 현상으로 보이며 일반적인 누설전류와 정전용량과의 관계가 여기에서는 성립되지 않는다. 수평전극은 각 전극간의 거리가 2 cm이고 배면전극간 거리는 LB막의 두께와 자연산화막 그리고 실리콘웨이퍼의 두께를 합한 거리로서 불과 약 400 μ m이다. 여기에서 배면전극의 경우가 수평전극의 경우보다 누설전류는 커질

것으로 예측되지만 정전용량은 크게 나타났다. 따라서 각각의 관계를 잘 파악하는 것이 중요하며 누설 전류가 감소하여도 정전용량이 꼭 증가하는 것은 아니기 때문이라 생각된다.

3.5. 구조분석

그림 17과 18은 제작된 캐패시터의 절단면 사진을 나타내었다. 사용된 장비는 SEM(Jeol 540A)이며 상부의 사진은 Al/LB layers/silicon wafer이고 하부의 사진은 Ag/LB layers/silicon wafer이다. 하부 사진에서 빗금의 무늬는 웨이퍼 절단시에 생긴 것이며 Ag부분의 전극의 내부조직에서 거의 기공이 발견되지 않았다. DLPC LB layer는 모두 8층이며 사진에서 Al은 Ag보다 다공성으로 거칠기가 크기 때문에 Ag보다 spike가 많아질 가능성이 커지고 이에 따라 절연성에 나쁜 영향을 줄 것으로 생각된다.

4. 결 론

본 논문에서 기능성 분자전자소자에서 유기절연막으로의 가능성이 있는 인지질 L- α -DLPC막을 제작하여 n-Type 실리콘 웨이퍼 위에 MLS capacitor를 제작하고 그 정전용량에 대하여 연구한 결과 높은 정전용량을 갖는다는 것을 알 수 있었고 전극재료, 전극면적, 두께등을 다르게 하여 실험한 결과로서 얻어진 결론은 다음과 같다.

1. 낮은 dipping 속도(up)인 3mm/min에서 DLPC 박막이 잘 형성될 수 있었다.
2. 상부와 하부전극이 모두 Ag 일때 가장 높은 정전용량이 나타났고 전극면적이 커질수록 정전용량은 감소하였다.
3. DLPC LB막의 두께가 적은 경우의 누설전류는 완만한 지수함수적 포화를 나타내었으며 두께가 커질수록 곡선은 직선적인 ohmic특성을 나타내었다.
4. 두께가 적을때가 두께가 클때보다 정전용량이 증가하였고 증가폭이 더욱 커짐을 알 수 있었다.
5. 배면전극과 수평전극과의 정전용량의 비교에서 배면전극인 경우가 더 높은 정전용량을 나타내었다.
6. 절단면 사진에서 Al은 Ag보다 다공성으로 Ag보다 spike가 많아질 가능성이 커지고 이에 따라 절연성에 나쁜 영향을 줄 것으로 생각된다.

감사의 글

본 연구는 1997년도 한국전력공사의 지원에 의하여 기초전력공학 공동연구소 주관으로 수행되었음. (과제번호 97-073)

참 고 문 헌

1. Tohru Kubota, Mitsumasa Iwamoto, Hideyuki Noshiro, Matsuo Sekine "Josephson junctions using polyimide Langmuir Blodgett films with a Nb/Au/PI/(Pb-Bi) structure", Jpn. J. Appl. Phys. Vol 30, PP. 393-395, 1991
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 electronics 5, PP. 75-82, 1994
3. S. Carrara, A. Gussoni, V. Erokhin, C. Nicolini, "On the degradation of conducting Langmuir Blodgett films", Journal of materials science : materials in electronics 6, PP. 79-83, 1995
4. V. A. Howarch, M. C. Petty, "Phospholipid-based potassium selective Langmuir Blodgett films", 89 Fourth international conference on LB films. April, PP. 496-497, 1989
5. Michael C. Petty, "Langmuir Blodgett films : An introduction" Cambridge, PP. 42-64, 1994
6. G. G. Roberts, T. M. McGinnity, P. S. Vincett, W. A. Barlow, "AC and DC conduction in lightly substituted anthracene Langmuir films", Thin solid films 68, PP. 223-232, 1983
7. 오 세중, 이 창희, 김 정수, "Langmuir Blodgett 법으로 누적된 Arachidic acid의 전기적 특성", 대한전기학회 추계종합학술대회 논문집 PP. 1-13, 1992
8. 정 상범, 유 승엽, 박 재철, 권 영수, "이온농도에 의한 IMI-O 고분자 LB막의 전기적특성", 한국전기전자재료학회 추계학술대회 논문집, PP. 418-420, 1997