

Moving wall형 LB법으로 제작된 MLS DLPC LB 박막의 제작과 캐패시턴스 특성

이우선*, 정용호**, 손경춘*

*조선대학교 공대 전기공학과, **서강전문대학 열냉동과

Capacitance properties of DLPC LB films with MLS structure fabricated by moving wall type LB method

Woo-Sun Lee* Yong-Ho Chung**, Kyeong-Choon Son*

*Dept. of Electrical Eng., Chosun University, **Dept. of Heating and Refrigeration Eng., Seokang College

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.

1. 서론

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)} 절연재료로서 LB법에 의하여 제작된 물질로 대표적인 것은 polyimide인데 이와 같은 유기화학적 물질외에 최근에는 지방산과 지질 등 생체에서 추출된 재료들도 연구되고 있다.⁽⁴⁾ 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.

2. 실험방법

그림 1은 MLS 캐패시터의 제작 공정을 나타낸다. 진공 증착기 (VSSE-2TS) 로 진공을 증착하였는데 100 mg 의 Ag, Al 분말을 텅스텐 보트에 담아 Rotary pump 와 Diffusion pump 를 이용하여 10⁻⁶ Torr 까지 배기한 후 30 A 의 전류를 가하여 증착하였고 확산되는 열에 의한 LB 막의 열화를 방지하기 위하여 Shutter 를 이용하여 약 5 초간 증착하였다. 전기적 특성은 Keithley 6517A Electrometer 를 이용하여 -5V ~ +5V 의 전압범위에서 I-V 특성을 측정하였고 CV 특성은 Keithley 590 CV Analyzer 를 PC 에 연결하여 측정되었다.

표 1은 본 논문에서 사용된 시료와 누적조건을 나타낸다. 용매로 사용된 CHCl₃의 순도는 99.5%이며 실험에 사용된 물은 초순수 장치(Chem. science)에 의하여 제조된 18(M Ω ·cm)의 저항값을 갖는 3차 증류수를 사용하였

다. 그림 2에 제작된 MLS 캐패시터의 구조를 나타내었다. 실리콘 웨이퍼위에 1 층 제작한 후 Ellipsometer (

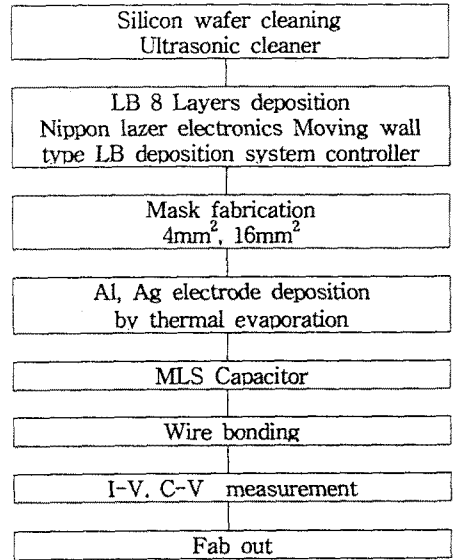


Fig. 1 The fabrication process of MLS capacitor

Table 1. The deposition condition of LB film

Molecule Type	L- α -DLPC
Solvent Type	Chloroform(CHCl ₃)
Barrier Speed	20 mm/min
Target Pressure	30 mN/m
Target Temperature	19 °C
Dipper Speed(up)	5 mm/min
Layer	Z-Type, 8 Layer
Substrate	Silicon wafer
Subphase	Ultra pure water
Subphase pH	5~6

Rudolf S 2000) 를 이용하여 두께를 측정 한 결과 실리콘 웨이퍼와의 계면에서 형성된 SiO₂ 막의 두께가 30 Å, LB 막의 두께는 35 Å으로 나타났으므로 8층을 제작하였을때 약 280 Å의 두께가 될것으로 생각된다. 상부전극과 하부전극으로는 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. 그리고 Ag 는 Al 에 비하여 산화되지 않는 귀금속류의 전극이며 증착시에 전극으로서 Al 보다 구조적으로 다르기 때문에 이에 대한 영향을 고찰해보고자 한다.

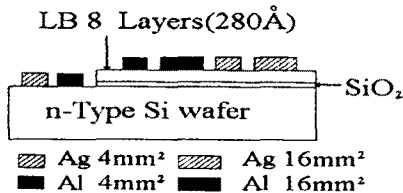


Fig. 2 The structure of MLS capacitor

3. 실험결과 및 검토

그림 3은 상부전극에 Ag, Al을 사용하고 하부전극에 Al을 사용하였을때의 정전용량 특성인데 상부전극이 Ag 인 경우가 Al보다 더 높은 정전용량을 가짐을 알 수 있었다. 정전용량이 커지기 위해서는 전도도가 높은 금속이 사용되었을때 유전분극이 전도도가 낮은 금속보다 크게 나타날 수 있으므로 Al과 같은 금속보다 Ag등의 noble metal류가 유리하다는 것을 알 수 있다.

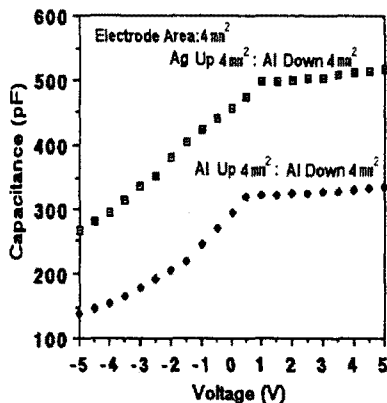


Fig. 3 C-V Characteristics of MLS Capacitor (Upper electrode: Ag, Al 4mm² Lower electrode: Al 4mm²)

그림 4는 상부전극을 Al 과 Ag 하부전극을 Ag 로 하였을때의 정전용량의 비교인데 Ag 를 각각 상부, 하부 전극으로 사용하였을때 인가전압 5 V 에서 약 770 pF 의 용량이 나타남을 알 수 있었다. C-V 곡선은 본 논문에서 n - Type silicon wafer 를 사용하였기 때문에 + 전압의 상승에 따라 상승곡선이 되며 p - Type 은 그

반대가 된다. 하부전극에서 p - Type 에 가해지는 전압이 + 의 방향으로 상승함에 따라 C-V 곡선은 축적 (accumulation) 에서 반전 (inversion) 영역으로 움직 이지만 하부전극에서 n - Type 에 가해지는 전압이 - 의 방향으로 상승하면 C-V 곡선은 축적 (accumulation) 에서 반전 (inversion) 영역으로 움직인다.

그림 5는 하부전극으로 Al, Ag 를 각각 증착하고 상부 전극은 Ag 를 4 mm², 16 mm² 으로 면적을 다르게 하여 비교한 결과인데 상부와 하부 모두 Ag 일때가 가장 큰 정전용량을 가지며 전극면적은 작을 수록 정전용량이 증가하였는데 그 이유는 면적이 커질 수록 금속전극이 LB 막내로 침투하는 양이 많아져서 막의 유전성에 나쁜 영향을 미친다고 생각된다. 일반적인 무기물 유전체 박막의 경우 산화막과 전극 계면에서의 침투로 인한 유전성의 감소가 현재까지는 크게 고려되지 않으므로 정전용량의 관계식 $\epsilon S / d$ 에 따라 전극면적이 커지면 정전용량이 상승하는 것으로 생각될 수 있지만 본 논문에서

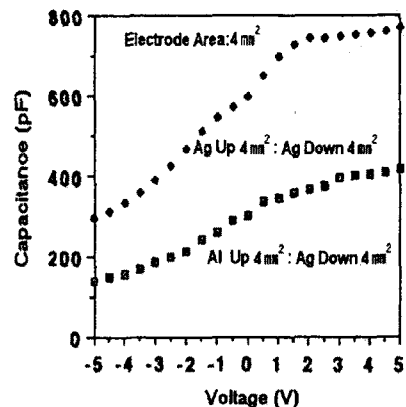


Fig. 4 C-V Characteristics of MLS Capacitor (Upper electrode: Ag, Al 4mm² Lower electrode: Ag 4mm²)

는 반대의 결과가 나타났다. 그것은 무기물 유전체 박막 은 아직까지는 수백 Å 이하의 초박막 공정이 어렵기 때문에 대개의 경우 두께가 크다는 점과 강도가 유기물에 비해 강하기 때문이다. 집적회로 공정에 적용하기 위해서는 유전체의 면적차체가 작아져야 하기 때문에 현재 가능한 영점대의 미크론 단위에서는 이러한 영향이 크게 작용하지 않을 것으로 생각된다. 대표적 무기물 절연재료인 산화막이나 세라믹 박막유전체와 비슷한 제작조건 (유전체면적 등) 에서 비교해보면 포화 정전 용량이 수 십 pF 이지만 LB 유전체막 (L- α -DLPC) 의 정전 용량은 수 백 pF 에 달하여 대단히 높은 정전용량을 가짐을 알 수 있었고 이것은 하부의 SiO₂ 까지 포함한 두께가 불과 약 310 Å 이며 Si wafer 를 사용하여 -5 ~ +5 V 의 범위에서 절연파괴도 일어나지 않았기 때문에 새로운 제작환경 (상온, 상압) 에서 공정이 가능한 좋은 절연재료가 될 수 있음이 입증되었다.

그림 6은 DLPC를 각각 8layers와 16layers로 하여 전극은 상하부 모두 4mm²인 캐피시터의 정전용량의 비교를 나타낸것이다. CV측정시 주파수는 1MHz로 하였으며 8layers의 정전용량이 증가한 것은 두께가 적기 때문인 것으로 생각되고 8layers는 16layers에 비하여 C/C0가 크게 증가하는 경향을 보여주고 있다. 따라서 두께가 작은 경우 정전용량의 증가폭이 더욱 커짐을 알 수 있었다.

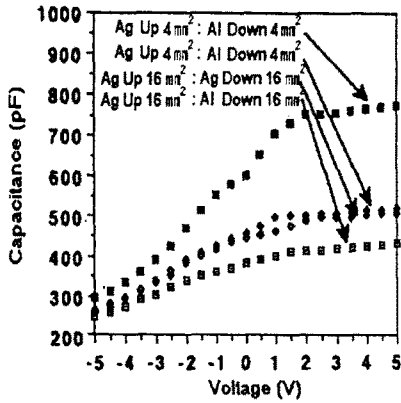


Fig. 5 C-V Characteristics of MLS Capacitor
(Upper electrode: Ag 4mm², 16mm²
Lower electrode: Al, Ag 4mm²)

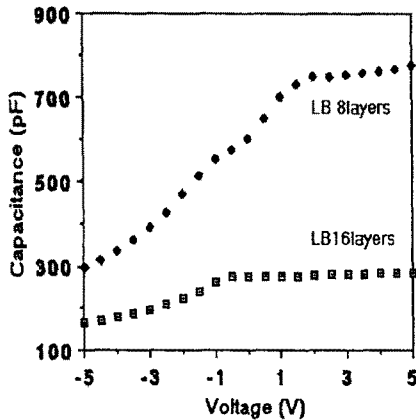


Fig. 6 Fig. 6 C-V characteristics for different thickness

4. 결론

본 논문에서 기능성 분자전자소자에서 유기절연막으로의 가능성이 있는 인지질 L- α -DLPC 를 제막하여 MLS capacitor 를 제작하고 그 유전성에 대하여 연구한 결과 기존의 무기물소자 보다 높은 정전용량을 갖는다는 것을 알 수 있었다. 그리고 전극재료, 전극면적을 다르게 하여 실험한 결과에서 전극재료로서 Ag와 같은 noble metal류가 적합함을 알 수 있었고 전극면적은 적을수록 좋은 전기적 특성을 나타냄을 알 수 있었다.

참고문헌

- (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