

TFT-LCD 버스선을 위한 AlZr 합금 박막의 전기·화학적 특성에 관한 연구

김장권(金長權), 김동식(金東湜)*, 이종호(李鐘昊)*, 정관수(丁寬秀)**
대림대학, *인하공업전문대학,**경희대학교
전화 : (031) 467-4873

Electrochemical Characteristics of AlZr Thin Film for TFT-LCD Bus Line

Jang Kwom Kim, Dong-Sik Kim, Chong Ho Yi, Kwan Soo Chung
Daelim Technical College, *Inha Technical College, **Kyunghee University
E-mail : jkkim@daelim.ac.kr

Abstract

The electrochemical characteristics of Al alloy thin film with low impurity concentrations AlZr deposited by using dc magnetron co-sputtering deposition are investigated for the applications as gate bus line in the TFT-LCD panel. AlZr thin films were deposited various atomic percent of Zr. For increasing Zr atomic percent the hillock density was decreased and the resistivity was increased. The deposited thin films show the decrease of resistivity and the increase of grain size after the RTA at 300 °C for 20 min.. Moreover, the resistivity of AlZr does not show appreciable grain size dependence after RTA. It is concluded that the decrease of resistivity after RTA is due to the increase of grain size. The annealed AlZr(at.0.9%) is found to be hillock free. The electrode potentials of AlZr were less than ITO's (-1.4V) and the etching rate of AlZr(at.0.9%) was 3.8587ng/sec. in KOH(10%) solution. Caculation results reveal that the AlZr(at.0.9%) thin film can be applicable to gate line of 25" UXGA class TFT-LCD panels and can not be applicable to data line.

I. 서 론

금속층으로 구성된 게이트(gate) 선과 데이터(data) 선을 통하여 TFT-LCD(thin film transistor-liquid crystal display)는 신호의 전달이

이루어지는데 TFT-LCD 패널이 대면적화, 고세정(high resolution)화 됨에 따라 게이트 배선의 길이가 길어지고 그에 따라 게이트 선과 소오스(source) 선의 중첩점 수가 증가하게 된다. 이에 따른 RC 시정수(time constant)의 증가는 신호 지연을 야기하여 LCD 화면의 화질을 저하시킨다^[1]. 그러므로 신호지연에 의한 화질 저하의 문제점을 해결하고 저소비 전력과 고휘도 그리고 고개구율을 동시에 얻기 위해서는 저저항 금속박막 재료의 사용이 필수적이다.

또한 순수 Al을 사용할 경우, 유리기판과의 열팽창계수차이에 의한 응력의 작용으로 힐록(hillock)이 발생하고^[3,4], 화학약품에 의해 쉽게 손상을 받으며 투명전극 ITO(indium tin oxide)와 접촉할 경우 전기·화학적 부식으로 인하여 접촉 저항을 증가시켜 제품의 생산성을 낮추고 화질을 저하시키는 주원인이 된다. 이러한 문제점들을 해결하기 위하여 Al 합금을 이용한 배선 물질들이 많이 개발되고 있는 실정이다.

II. 실험 방법

요구되는 Al 합금은 비저항이 낮아야 하므로 제작된 합금에서 불순물 산란에 의한 비저항 증가를 최소화하기 위하여 첨가되는 Zr의 양을 3 wt.% 이하로 한정하였다. AlZr 박막들은 준비된 Corning glass 1737에 증착하였다. 증착하기 전에 유리기판 표면의 유기 물질을 제거하기 위하여 끓인 TCE (trichloroethylene)에 초기 세척하였고, 아세톤과 메타놀로 재세척하였다. 금속배선 재료는 자체 제작한 dc 마그네트론 이중 스퍼터링 장치를 사용하여 증착하였으며, 증착 직전에 스퍼터링 챔버내의 진공도는 2×10^{-6} Torr이었다. AlZr 박막

의 타겟물질로는 99.999 % 순도의 직경 1 인치인 디스크형 Al, Zr을 각각 사용하였고 박막의 실제 성분은 EDS(energy dispersive spectroscopy)를 사용하여 측정하였다. 박막 증착시의 기판 온도는 100~200 °C 정도로 조절하였으며, dc 파워는 60 ~ 500 W 범위 내에서 각 타겟별로 변경하였다. 이 박막을 증착할 때 최적의 증착 조건들을 살펴 보면 Ar 가스를 주입한 상태에서의 진공도는 0.4 Pa, dc 파워는 AlZr(at.0.9%) 박막의 경우 Al이 100 W, Zr이 40W 이었다. 이렇게 증착한 박막들은 실제 공정에서 자주 사용되는 조건과 같이 350 °C에서 1 Torr의 N₂ 가스 분위기에서 20 분간 순간급속가열(rapid thermal annealing : RTA) 장치를 사용하여 열처리하였다.

제작된 박막 및 열처리 이후 박막들의 비저항 특성은 사단자법(4-point probe method)을 사용하여 측정하였다. 또한 박막들의 난알(grain)의 크기와 힐록 형성 여부는 SEM(scanning electron microscopy) 관측을 통하여 분석하였으며, 힐록 형성 여부 및 박막 표면의 거칠기 특성은 AFM(atomic force microscopy) 측정을 통하여 살펴 보았다. 또한 순환 전류법(Cyclic Voltammetry : CV)을 사용하여 박막의 전극·전위를 측정하였고, 수정미소저울(ElectroChemical Quartz Microbalance : ECQM)을 사용하여 식각 속도를 측정하였다.

III. 결과 및 논의

그림 1은 원자 농도비에 따른 비저항값과 힐록 밀도 관계를 나타낸 결과이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 Zr의 원자 농도비가 증가함에 따라 비저항값은 증가하고 힐록 밀도는 감소하는 것을 관찰할 수 있다. TFT-LCD 적용 특성상 두 조건이 상호보완이 되어야 하기 때문에 최적의 원자 농도비는 AlZr(at.0.9%)를 선택하였다.

그림 2는 유리기판 위에 증착된 2500 Å 두께의 AlZr(at.0.9%) 금속 박막의 열처리 전과 열처리 후의 증착 온도에 따른 실온에서의 비저항 값을 나타낸 결과들이다. 이 그림에서 보는 바와 같이 AlZr 박막은 열처리 전 약 11 μΩcm에서 열처리 후 3.9 μΩcm정도의 좋은 특성은 보였다. 보통 금속 박막의 경우 덩어리(bulk) 물질보다 난알의 크기가 1000 배정도 작아지고, 그 비저항 값은 난알의 크기와 불순물 정도에 의하여 주로 좌우되며 증착 조건에 따른 기체 오염으로 인하여 많이 증가되는 것으로 알려져 있다^[4].

그림 3은 SEM을 사용하여 열처리 전후의 시료 표면을 관측한 결과를 나타낸 것이다. 그림 3(a)는 120 °C에서 증착된 AlZr 박막의 표면을 6만 배로 확대한 열처리 전 사진이고 (b)는 동일한

시료의 열처리 후 사진이다. 이 두 그림을 비교할 때 열처리 후에 난알의 크기가 성장한 것을 확인할 수 있다.

그림 4에는 열처리에 따른 표면거칠기의 변화 뿐만 아니라 힐록의 생성 여부를 조사한 AlZr 박막의 열처리 전후의 AFM 사진을 나타내었다. 이 사진에서 볼 수 있듯이 열처리 후에 박막의 난알은 성장하였으나 힐록 형성은 뚜렷히 발견할 수 없다.

조사된 박막에서 열처리 전후의 표면거칠기를 AFM 측정으로 조사한 결과를 그림 5에 나타내었다. 열처리 후에는 박막의 난알들이 커지면서 거칠기가 모두 약간씩 증가한 것을 알 수 있으며, 증착온도가 높아지는 경우에도 난알 크기가 증가하면서 거칠기가 더욱 증가하는 것을 알 수 있다.

그림 6은 순환전류법(CV)을 사용하여 KOH(10%) 용액 내에서 측정한 표준 전극 Ag/AgCl에 대한 ITO와 AlZr 합금의 전극·전위를 측정된 결과이다. 그림에서 알 수 있듯이 AlZr 합금의 전극·전위는 ITO의 값보다 낮게 나타남을 알 수 있다.

그림 7은 KOH(10%) 용액에서의 수정미소저울(ECQM)을 이용하여 측정된 AlZr 식각속도를 나타낸다. ITO와 AlZr의 평균 식각속도는 각각 1.8287ng/sec., 3.8587ng/sec.로 측정되었다. 앞선 실험의 데이터와 비교해 볼 때 ITO의 식각제에는 전극·전위가 ITO보다 낮은 관계로 견디지 못하는 일치된 결과를 나타낸다.

IV. 결론

Dc 마그네트론 이중 스퍼터링 시스템을 사용하여 소량의 불순물이 첨가된 AlZr 합금 박막을 제작하여 열처리 전후에 있어서 박막의 비저항 특성, 힐록형성 특성, 거칠기 특성, 식각시 발생하는 전기·화학적 특성 및 식각 속도 등을 조사하였다. 박막에서 열처리 이후에는 비저항이 감소하였는데 이는 열처리에 의하여 난알의 크기가 증가하는 동시에 난알둘레에 포획된 산소 불순물들이 제거되어 난알둘레 산란이 감소하기 때문인 것으로 관측되었다. 특히 AlZr 박막의 비저항 특성은 열처리 후 순수 Al 박막의 비저항(2.8~3.3 μΩcm)에 가까운 매우 우수한 특성을 보였다. 또한 Al에 Zr이 첨가되면서 힐록 방지 특성을 보였고, 박막의 거칠기는 증착온도 의존성을 보였으며 ITO 식각제에 대한 내식성이 약하게 나타남으로써 데이터 배선 재료로의 사용은 어려울 것으로 나타났다.

이러한 박막의 비저항 특성을 바탕으로 두께 3000 Å의 AlZr 박막은 25 인치 UXGA급 패널에 적용이 가능함을 알 수 있었다.

참 고 문 헌

- [1] W. E. Howard, "Limitations and Prospects of a-Si:H TFT's", J. SID, 3/3, 127 (1995).
- [2] T. Tsudada, *TFT/LCD: Liquid-Crystal Displays Addressed by Thin-film Transistors* (Gordon and Breach, Amsterdam, 1996), Vol. 29, p. 30.
- [3] T. Voutsas, J. SID, M-6 (1997).
- [4] T. Onishi, E. Iwamura, K. Takagi, and K. Yoshikawa, J. Vac. Sci. Technol., A 14, 2728 (1996).
- [5] C. R. M. Grovenor, *Microelectronic Materials* (Adam Hilger, Bristol, 1989),
- [6] E. Iwamura, T. Ohnishi, and K. Yoshikawa, Thin Solid Films, 270, 450 (1995).

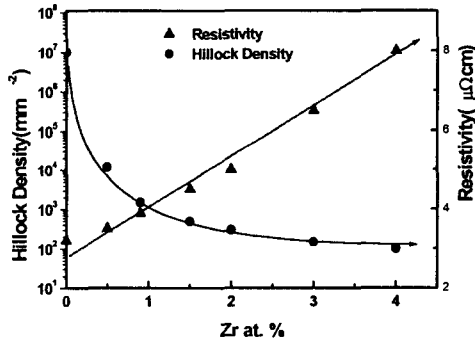


그림 1. AlZr 박막의 원자 농도에 따른 힐록 밀도 및 비저항

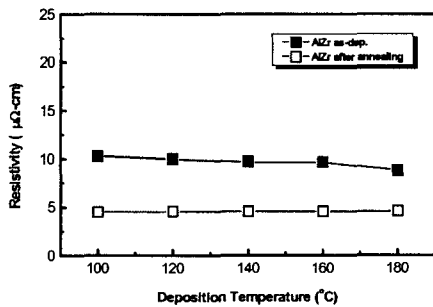
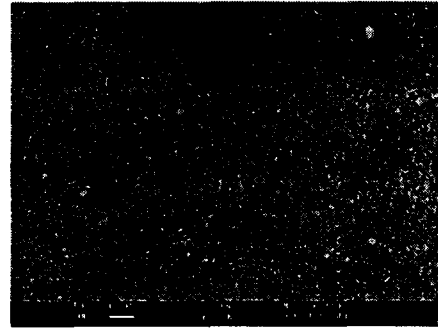
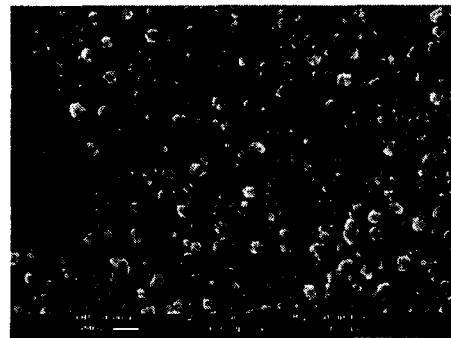


그림 2. AlZr 박막의 증착 온도에 따른 비저항

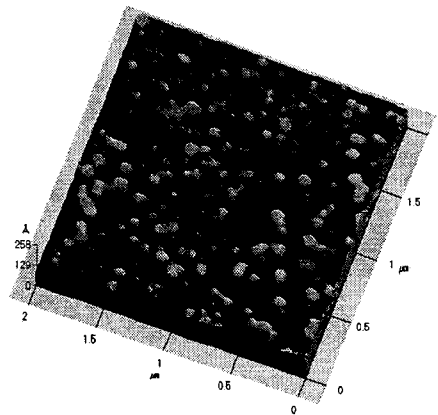


(a) AlZr (as-dep.)

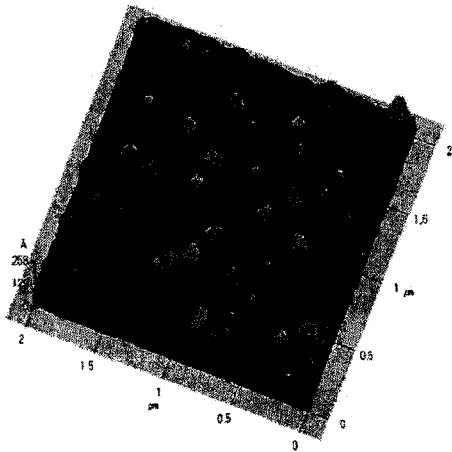


(b) AlZr (after annealing)

그림 3. AlZr 박막의 SEM 사진



(a) as-dep.



(b) after annealing
그림 4. AlZr 박막의 AFM 사진

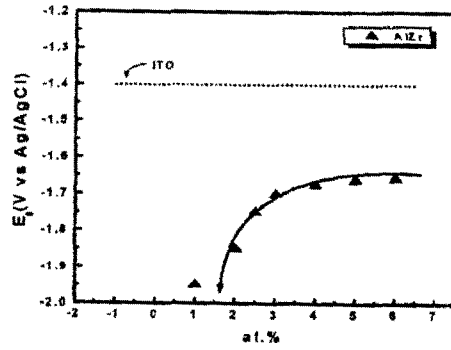


그림 6. Al 합금의 전극·전위 측정 곡선

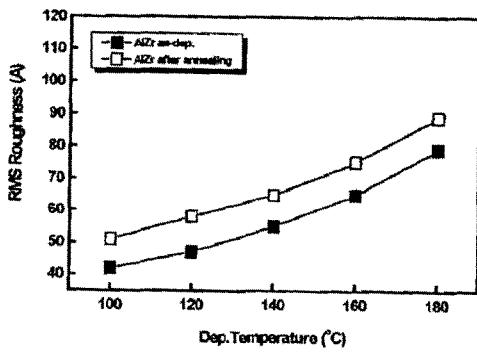


그림 5. AlZr 박막의 증착 온도에 따른 표면거칠기

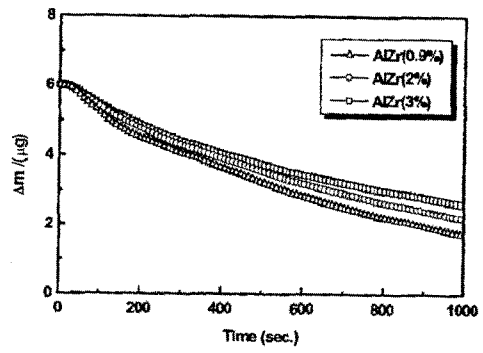


그림 7. AlZr 박막의 각 원자 농도비에 따른 ECQM 측정 곡선