

Improving the surface morphological and electrical properties of low-pressure sputtered ITO films

허명수, 양봉섭, 원석준, 김형준[†]

서울대학교 재료공학부
(thinfilm@snu.ac.kr[†])

Indium tin oxide (ITO) thin films are highly degenerate wide band gap semiconductors (Eg: 3.4 ~ 4.3 eV). They have a low electrical resistivity due to their high carrier concentration and the location of the Fermi level (E_F) above the lower edge of the conduction band (E_c). ITO films also exhibit a high level of transmission in the visible-near infrared regions of the electromagnetic spectrum. Due to these unique properties, ITO thin films have been widely studied for their potential use in the opto-electronic industry and newly emerging display devices. So far, several methods have been employed to prepare ITO thin films such as spray pyrolysis, reactive evaporation, pulsed laser deposition, conventional magnetron sputtering, cesium ion induced magnetron sputtering, and ion beam assisted sputtering. Among these deposition methods, magnetron sputtering is preferable, because it allows easy process control for the device structure and the production of display devices with a large area. However, one of the practical drawbacks of sputtered ITO thin films is their rough surface morphology. It is incompatible with their use as the semiconducting layer or transparent electrode of display devices. These functional properties of ITO thin films are strongly dependent on the microstructure resulting from the deposition method and processing conditions.

In this study, ITO thin films with smooth surface morphology were obtained using the ultra low-pressure dc magnetron sputtering method (ULPS, where the sputtering pressure is lower than 1 mTorr). It was found that the working pressure largely affects the surface roughness of the films. By comparing the films deposited by the ULPS method with those obtained by the conventional sputtering method at 5 mTorr, it turned out that the surface roughness of the former was 5 times lower. It also resulted in high transparency in the visible range. However, their electrical properties for electrode applications were not suitable. In order to obtain the films with low resistivity and smooth surface morphology, we used the two-step growth method. We achieved low resistivity ITO thin films ($3.7 \times 10^{-4} \Omega \cdot \text{cm}$) using a continuous two-step deposition process, in which the initial layer was deposited at 0.5 mTorr and then the final layer deposited at 5 mTorr, without any additional processes. ULPS was found to be an effective way of enhancing the surface morphology of ITO thin films, which is suitable to be employed in newly emerging display devices.

Keywords: ITO, ULPS, XPS

Lotus-type porous aluminum의 제조

김상열[†], 허보영, H. Nakajima^{*}

경상대학교; ^{*}Osaka University
(ulsfom@naver.com[†])

Lotus-type porous metal은 액상과 고상의 가스의 용해도를 차를 이용한 다공질 금속의 일종으로 일방의 기공을 가진다. Lotus-type porous metal은 수소, 질소 등의 가압가스 분위기하에서 제조되었다. 그러나 이 방법은 장치비가 많이 들고 생산성이 낮으며, 수소가스의 폭발위험성을 가지는 단점이 있다. 따라서 본 연구에서는 가스원자를 가지는 화합물을 이용하여 lotus-type porous aluminum을 제조하였다. 화합물은 calcium hydroxide, sodium bicarbonate, titanium hydride 그리고 calcium carbonate를 이용하였다. 또한 저압의 수소 분위기하에서 용탕의 온도와 분위기 압력을 변화시켜 lotus-type porous aluminum을 제조하였다. 용탕의 온도는 750-950°C로 하였고, 분위기 압력은 수소를 이용하여 0.01MPa-0.04MPa로 변화하였다. Calcium carbonate을 이용한 lotus-type porous aluminum의 제조에 있어서 분위기 압력, 온도, 화합물의 양을 변화시켜 제조하였다. 화합물을 달리하여 제조된 lotus-type porous aluminum은 모두 기공율은 20% 이상을 나타내었다. 그러나 기공의 크기는 매우 큰 차이를 나타내었는데 이것은 기공을 형성하는 가스 원자의 차이에 기인한다. Calcium hydroxide을 이용하여 용탕의 온도를 변화하였을 때 기공율 및 기공의 크기는 감소하였다. 이는 용탕의 온도가 높을수록 냉각효과가 커 수소의 확산속도가 감소한 결과이다. 아르곤 가스를 이용하여 분위기 압력을 조절하였으며 압력이 증가할수록 기공율 및 기공의 크기는 감소하였다. 이는 보일의 법칙에 따라 분위기 압력의 증가에 따라 기공율이 감소하였다. 수소분위기 하에서 제조된 lotus-type porous aluminum의 기공율은 최대 15% 였으며, 온도 및 압력이 증가할수록 감소하였다.

Keywords: lotus-type porous aluminum, thermal decomposition, compound, porosity