

# 롤-투-롤 스퍼터링으로 제작된 Flexible ITO Film의 방사선검출기 적용가능성 연구 Feasibility as radiation detectors of Flexible ITO film fabricated by roll-to-roll sputtering

\*김성현, \*이상훈, \*전승표, \*박근우, \*허은실, \*성한규, 박지근\*\*\*, \*남상희\*\*†

\*Sung-Hun Kim, \*S.H.Lee \*S.P.Jeon, \*G.U.Park, \*E.S.Heo, Han-Kyu Sung, J.G.Park \*Sang-Hee Nam\*\*

\*인제대학교 의공학과, 인제대학교 의료영상과학대학원, (주)리노텍, 한국국제대학교\*\*\* 인제대학교 의료영상연구소\*\*  
\*Inje Univ.Biomedical Engineering, \*Inje Univ. Dept of image & science\*RENO-FEC Inc,  
International Univ of korea\*\*\*, Inje Univ. Medical image research center\*\*

**Abstract :** 본 연구는 Roll-to-Roll Sputtering 장비를 사용하여 제작된 Flexible ITO electrode 필름의 방사선 검출기로서의 적용가능성을 알아보기 위해 기존의 Glass ITO electrode의 전기적 특성을 비교 평가하였다. 본 연구는 Flexible ITO electrode와 Glass ITO electrode를 하부전극으로 형성하고, 최근에 X-ray 변환체로 활발히 연구되고 있는 Powder 형태의 반도체물질인 HgI<sub>2</sub>와 PbI<sub>2</sub>를 Binder와 일정한 비율로 혼합하여 3-Rolls-Miller를 사용하여 Powder를 일정한 미세크기로 만들고, 대면적 제작이 용이한 Screen-Printing method을 이용하여 시편을 제작하였다. 제작된 필름은 하부전극의 종류에 따른 X-ray 입사 후의 전기적신호의 차이를 측정하고, HgI<sub>2</sub>와 PbI<sub>2</sub> 중 Flexible ITO electrode와 더욱 효율적으로 반응하여 기존의 Glass ITO electrode를 대체할 수 있는 전극을 발견하여 진단용 의료영상의 왜곡 현상을 제거할 수 있는 Flexible 방사선 검출기의 제작의 초석을 제공하는 연구를 목적으로 한다. SEM(Scanning Electron Microscope) 통하여 반도체 물질의 결정구조와 크기를 알아보고, 하부전극의 종류에 따른 전기적 신호검출을 위해 제작된 필름의 암전류(Dark current)와 민감도(Sensitivity)를 측정한 후, SNR(Signal-to-Noise)을 계산하여 평가하였다.

**Key Words :** Roll-to-Roll Sputtering System, Flexible ITO Film, Flat Panel Detector, HgI<sub>2</sub>, PbI<sub>2</sub>, Screen Printing Method

## 1. 서 론

최근에 광도전체와 형광체를 기반으로 제작된 평판형 디지털 방사선 검출기의 상업적인 발전가능성에 관심이 높아지고 있다. 평판형 디지털 방사선 검출기를 제작하는 방법에는 크게 직접변환방식과 간접변환방식이 있는데 본 연구에서는 기존의 직접방식에 널리 사용되고 있는 비정질 셀레늄(Amorphous selenium)이 가지는 높은 인가전압과 제작공정의 단점을 해결할 수 있는 후보물질로 HgI<sub>2</sub>, PbI<sub>2</sub> 등과 같은 원자번호가 높은 반도체물질을 사용하여 하부전극의 종류를 달리하여 시편을 제작하였다. 본 연구는 Roll-to-Roll Sputtering 장비로 제작된 Flexible ITO 필름의 방사선검출기의 적용가능성을 평가하기 위하여 일반적으로 사용되었던 Glass ITO electrode와 Flexible ITO electrode를 사용하여 제작된 시편의 전기전도성, 및 X-ray 조사시 반도체물질의 암전류(Dark current)와 민감도(Sensitivity)를 측정하여 최종적으로 신호대잡음비(Signal-to-Noise Ratio)를 계산하여 Flexible ITO film의 방사선검출기 적용가능성에 대하여 평가하였다.

## 2. 결과 및 토의

본 연구에서 반도체물질의 제작공정은 대면적 제작이 용이한 Screen printing method를 이용하여 하부전극위에 HgI<sub>2</sub>와 PbI<sub>2</sub> 반도체물질의 두께를 350um로 제작하였고, 크기는 3cm X 3cm로 제작하였다. 상부전극은 디스플레이 분야에 널리 사용되는 ITO(Indium-tin-Oxide) 전극을 Magnetic Sputtering System 사용하여 1cm X 1cm의 크기로 증착하였다. 제작된 4가지의 시편에 전극 사이의 인가전압을 0.1V/um~1.5V/um로 변화시키며 X-ray(100mA, 0.03sec, 70kVp)를 조사하였을 때 하부전극종류와 반도체물질의 차이에 따른 전기적 신호의 차이를 측정하고, 하부전극종류에 따른 차이는 두 종류의 반도체 물질 모두 인가전압이 1V/um 일 경우 Sensitivity 0.1nC/cm<sup>2</sup>~0.3nC/cm<sup>2</sup> 정도의 미세한 차이를 보였는데 이것은 신호가 거의 일정하다고 생각할 수 있다. 반도체 물질의 종류에 따른 전기적 신호를 비교해 보면 인가전압이 1V/um 일 때, HgI<sub>2</sub>의 경우 Sensitivity 3.24nC/cm<sup>2</sup>, PbI<sub>2</sub> 경우 1.63nC/cm<sup>2</sup>의 측정되어 Sensitivity에서는 HgI<sub>2</sub>가 우수한 것으로 보였으나 Dark current를 측정하여 SNR 계산 해본 결과 PbI<sub>2</sub>가 357로 HgI<sub>2</sub>보다 약 70정도 우수하다는 결과를 얻었다. 본 연구결과로 Roll-To-Roll Sputtering system을 사용하여 제작된 Flexible ITO electrode가 디스플레이에 많이 사용되는 투명전극인 ITO의 대체가능성을 알아보았으며, 의료 진단영상 분야에서 영상의 왜곡현상을 줄이기 위한 Flexible 방사선 검출기 제작의 초석을 마련한 연구이다.

## 감사의 글

본 연구는 지식경제부와 한국산업기술평가원의 지역산업기술개발사업 및 전략기술인력양성사업 연구비지원에 의한 것입니다.

## 참고 문헌

- [1] Reactive magnetron sputtering of thin film: present status and trends, J.Musil, P.Baroch, / Thin Solid Films 475(2005) 208-218
- [2] Large area mercuric iodide and lead iodide X-ray detectors for medical and non-destructive industrial imaging/Journal of Crystal Growth 275(2005)
- [3] Wet chemical deposited ITO coatings on flexible substrates for organic photodiodes/ Thin Solid Film 518(2009) 1164-1169

† 교신저자) 남상희, e-mail: nsh@bme.inje.ac.kr, Tel: 055-320-3296  
주소: 경상남도 김해시 어방동 607 인제대학교