

연구보고서 소개

난용성
인디움화합물의
노출실태 및
관리방안 연구 II
인디움 및 인디움화합물 취급사업장 근로자 노출평가

연구 책임자 / 이 광 용

연구 기간 : 2012. 1. 1 ~ 2012. 11. 30

등록번호 : 연구자료 2012-연구원-1286

우리나라는 LCD, LED, OLED 등을 이용한 텔레비전, 컴퓨터 모니터, 휴대폰 등의 전자산업에서 질적, 양적 확대로 세계 1위의 시장점유율을 유지하고 있으며 박막태양전지 산업은 신규 산업으로 영역을 넓혀가고 있다.

이처럼 평판 디스플레이 산업의 질적, 양적 확대는 인디움 및 인디움산화물(ITO, IZO 및 CIGS(CuInGaSe target))에 의한 근로자의 인디움 노출 가능성을 지속적으로 증가시키고 있는 실정이다. 그러나 우리나라 고용노동부의 고시(화학물질 및 물리적인자의 노출기준, 노동부고시 제2010-44호)에 인디움 그 화합물에 관한 노출기준이 0.1 mg/m³로 규정되어 있으나 법적으로 측정대상 물질이 아니기 때문에 인디움 및 인디움화합물과 관련한 어떠한 작업환경평가 및 검진자료도 없는 실정이다.

그래서 본 연구에서는 ITO 및 IZO target 제조업, 패널 디스플레이 제조업(LCD, LED, OLED, 박막태양전지 등) 및 인디움 재생산업 등 다양한 산업분야에 사용되고 있는 인디움 및 인디움화합물의 노출평가를 실시하여 정책수립 및 필요한 관리대책을 마련하고 관리대상유해물질 편입 필요성 여부 등을 위한 자료를 제공하고자 하였다.

본 연구는 투명전도성 산화막에 사용되는 ITO 및 IZO target 제조와 관련된 5개 사업장, 패널 디스플레이 제품을 생산하는 사업장 3개소 및 인디움 재생산업 5개 사업장을 대상으로 연구를 실시하였다.

인디움에 노출되고 있는 근로자를 대상으로 총분진 중 인디움과 호흡성분진 중 인디움을 평가하였으며, 인디움의 공기중 입경분포를 marple personal cascade impactor를 이용하여 평가하였다.

인디움, 산화인디움, ITO 및 IZO 시료는 마이크로웨이브파 회화기와 질산을 사용하여 전처리하였으며, 인디움 분석은 유도결합플라즈마 분광광도계(ICP) 및 유도결합플라즈마-질량분석기(ICP-MS)로 분석하였다. ICP의 표준시료 농도범위는 0~8 $\mu\text{m}/\text{mL}$ 범위에서 분석하였으며 ICP-MS는 0~300 ng/mL 의 범위에서 분석하였다.

연구결과를 살펴보면,

- Target 제조업에서는 제조사의 공법, 기술력에 따라 분진에 차이가 있었으나 가공·연마 공정부터는 연구대상사업장의 분진크기 분포가 유사하였다. 연구대상 사업장의 공기 중 인디움분진 분포는 10 μm 미만으로 호흡성분진이 대부분이었다. 총분진 중 인디움 농도는 연구대상 시료 중 18.6%에 해당하는 24건의 시료가 노출기준(100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하였으며, 호흡성분진 중 인디움은 23.7%가 노출기준(10 $\mu\text{g}/\text{m}^3$)을 초과하였다.
- 인디움 재생업 파쇄공정의 공기 중 분진크기 분포는 2개 사업장 모두 10 μm 미만으로 호흡성 분진이 대부분이었다. 총 분진 중 인디움 농도는 연구대상 시료 중 26.1%가 노출기준을 초과하였고 호흡성 분진은 26.9%가 노출기준을 초과하였다.
- 패널디스플레이 산업의 target 세정작업의 공기 중 분진크기 분포는 10 μm 미만으로 호흡성분진이 대부분이었으나 target 교체작업은 10 μm 이상의 분진으로 평가되었다. 총분진 중 인디움 농도는 연구대상 시료 중 4.6%의 시료가 노출기준을 초과하였으며, 호흡성 분진은 8.4%가 노출기준을 초과하였다.
- 본 연구를 수행하는 과정 중 연구대상 사업장에서 인디움에 의한 간질성 폐질환(interstitial pneumonitis, ILD) 초기 소견을 보이는 근로자가 확인되었다.

따라서 인듐 및 인듐화합물에 대한 작업환경측정 및 특수건강검진을 실시해야 한다. 작업환경측정 대상에는 인듐 및 인듐화합물과 관련된 인듐 제련, ITO 및 IZO target 제조, 인듐 재생, 패널디스플레이 산업, 태양광전지산업 등 모든 분야가 포함되어야 한다.

인듐 및 인듐산화물에 의한 간질성 폐질환 등 7건(비공식적 기록 : 10건)의 직업성 질병이 발생한 일본에서는 호흡성 분진 중 인듐을 0.01 mg/m^3 로 관리하고 있으며, 미국에서도 인듐 관련 연구가 NIOSH에서 진행되고 있어 노출기준이 개정될 것으로 판단된다.

국내 target 제조, 패널디스플레이 산업, 인듐 재생 산업 등에서 인듐 분진의 입경분포를 확인한 결과 $10 \mu\text{m}$ 이하의 분진이 대부분인 것으로 확인되었으며, 인듐 및 인듐화합물로부터 근로자를 보호할 수 있는 법적 근거가 마련되지 않아 직·간접적으로 인듐을 취급하는 약 9,000여명의 근로자들에게서 직업성 질환이 발생할 가능성이 있다.

이번 연구를 통해 인듐 및 인듐 화합물의 노출평가를 실시하여 정책수립 및 필요한 관리대책을 마련하고 관리대상 유해물질 편입 필요성 여부 등을 위한 자료를 제공하여 근로자 건강장해 예방에 활용하고자 하였다.

향후, 작업환경측정 항목에 인듐 및 인듐화합물을 추가할 때, 근로자 보호를 위한 인듐 및 인듐화합물의 노출기준은 호흡성분진으로 평가하며, 노출기준 설정치는 0.01 mg/m^3 로 개정하기를 권고하였다. 또한 국내·외의 인듐 및 인듐화합물의 연구와 관련한 근로자 노출평가의 기초자료로 활용될 것으로 기대된다. 📌

제공 | 산업안전보건연구원