

이미지 데이터 분석을 통한 반도체 화학물질 누액 검출연구

유상택*, 민연아^o

*한양사이버대학원 기계IT융합공학전공,

^o한양사이버대학교 응용소프트웨어공학과

e-mail: 2022200018@hycu.ac.kr*, yah0612@hycu.ac.kr^o

A Study on the Detection of Semiconductor Chemical Leakage through Image Data Analysis

Yoo Sang-Taek*, Min Youn A^o

*Dept. of Mechanical & IT Convergence Engineering, Graduate School of Hanyang Cyber University,

^oDept. of Applied Software Engineering, Hanyang Cyber University

● 요약 ●

본 논문에서는 열화상 카메라 및 주변 환경요인 측정 시스템을 이용하여 각종 반도체 제조공정에 사용되는 화학물질의 누수를 검출하는 방안을 제안한다. 이는 대형화되고 복잡한 집적배판이 시공되어 있는 공장 환경에서 검출센서를 통한 화학물질 누수 관리를 열화상 시스템으로 대체함으로써 보다 정확하고 안정적인 모니터링을 통해 신속한 대응 및 관리가 가능할 것이다. 또한 본 연구를 통해 누수 배판표면의 열패턴을 실시간으로 모니터링 함으로 기존 누수 검출 센서(면적식 라인타입의 센서)에 대비하여 20% 이상 검출의 신속성 향상을 보장할 수 있다.

키워드: 화학누출, 조기검출, 열화상기법

I. Introduction

화학물질을 이용한 많은 제조 공정 기술들이 개발되고 있다. 특히 반도체의 경우 다바이스의 종류가 다양해지고 요구 기능이 증가함에 따라 대기업 위주로 반도체 생산 FAB이 대형화되는 추세이므로 이에 따른 화학물질의 소비량도 비약적으로 증가하게 되었다. 하지만 불행하게도 대형화된 FAB내에서 미상의 화학 물질이 어떻게 얼마나 누출되었는지 검출해 내기에는 구조적 특성과 다양한 화학물질의 종류 등 여러가지 요소들로 인하여 기술적으로 상당한 어려움이 있다.

본 연구에서는 수집된 열화상 영상을 프레임 단위로 분리 후 크기조정과 노이즈제거등의 전처리 과정을 거쳐 데이터셋 구축 후 CNN(Convolutional Neural Network) 모델을 통한 열화상 이미지의 공간적인 패턴을 학습시켜 누액조기 검출에 활용하는 연구를 하였다.

II. Preliminaries

반도체 제조공정에 사용되는 화학 물질은 사용되어지는 양과 그 위험성에 비해 누출이 발생하였을 때 후속 조치를 취할 수 있는

조기 검출 기술이 부족한 실정이다. 또한 기존의 디텍팅 센서들은 작업자들이 이동하고 작업하는 공간이나 협소한 공간에 주로 설치됨으로 파손이나 손실이 빈번하여 실제 유사시에 제거능을 하지 못하는 경우도 종종 발생한다. 화학물질로 인한 안전사고나 생산시설 가동중단을 막기 위해서는 현재와 같이 국소 제한적이고 한번 감지 후 세정 및 교체가 필요한 방식의 검출 센서 시스템 보다는 능동적이면서 조기에 정확한 감지와 판단을 할 수 있는 시스템이 필요하다.

III. The Proposed Scheme

본 연구의 실험을 위해 바닥에서 1.5미터 높이에 50A 사이즈의 PVC 배관을 이음 소켓을 사용하여 연결한 후 인위적인 누수 포인트를 조성한다. 배관에 펌프를 이용하여 실험 액체를 주입하여 누수가 발생할 수 있도록 일정 압력을 부가한다. 측정 데이터는 열화상 영상 외에 주변의 분위기 온도와 습도를 추가로 모니터링 한다. 연구 진행 시 인위적 누수 포인트의 크기와 배관에 부가되는 압력에 따른 누수량 등을 변경하며 여러 종류의 액체에서 비교 분석한다.

데이터 분석 및 실험환경은 다음과 같다.

촬영된 영상과 온도 데이터는 라즈베리파이를 이용하여 수집하며 YOLO와 OpenCV를 활용하여 각각 (수집된 열화상에서)액체가 누수되는 영상에서 객체를 검출하고, 영상분석을 통하여 라이브러리를 구축하여 분석 및 딥러닝, 실제 누수가 발생하고 있는 열화상 상태와 비교하여 화학물질의 누수 상황을 판별한다. 전치리를 통해 준비된 200개의 데이터셋에 대하여 열화상 이미지 관독과, 면적식 라인센서 그리고 포인트 리크센서를 함께 감지 시켜 비교 하였다. 배관에 누수 물방울이 맺혀 바닥에 설치된 누수감지 센서에 감지되는 시간을 측정하였다. 열화상 이미지판독의 경우 누수가 시작되고 물방울이 6~7mm 이상으로 커지면 (경과시간) 90ms 전후에서 감지가 가능 하였다. 면적식 라인센서의 경우 물방울이 바닥에 떨어지는 시간이 더 경과 해 550ms 전후 시간에서 감지가 가능 하였으나 현장에서 가장 많이 사용하는 포인트 센서의 경우 누수액이 감지부에 도달하는 시간이 더 경과 하였기 때문에 1.5~2sec 전 후로 감지 시간이 늘어났으며 물방울의 추락 형태와 위치에 따라 편차가 심하였다.

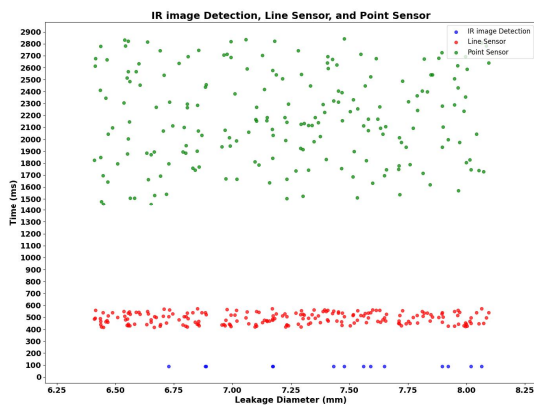


Fig. 1. Image data reading performance evaluation result

Fig.1과 같이, 이미지 데이터 판독의 경우 누수가 시작됨과 거의 동시에 판별이 가능한 반면 라인센서와 포인트 리크센서의 경우 누수액이 이동하고 감지부에 도달하는 시간이 각각 추가 되었다. 이는 누수액이 떨어지는 위치에 센서를 위치시켜 얻은 결과로 실제 현장에서는 센서의 위치에 따라 감지 시간이 훨씬 더 필요 할 수 있다.

IV. Conclusions

대형화되고, 복잡한 집적배관이 시공되어 있는 공장 환경에서는 모든 화학물질 배관의 누수 위험 포인트를 상시 모니터링 하는 것은 상당히 어려운 일이다. 또한 누수 예상 포인트 마다 설치해야 하는 현재 검출센서를 모든 부위에 설치하는 것은 비용 및 물리적인 공간 문제로 사실상 불가능 하다.

이러한 부분들이 열화상 카메라와 주변환경 분석 시스템으로 대체 된다면 누수에 대한 검출 센서의 수량을 줄여 비용 절감을 꾀할 수 있고, 물리적 제약으로 설치가 어려운 부분에도 화학물질 누수에

대한 검출이 가능 해 짐으로 안전상의 위험 사각지대도 줄일 수 있다. 또한 한번 감지가 되면 감지된 부위를 세정하거나 교체 하여[판]재 사용이 가능한 센서와 달리 누수가 감지된 이후에도 누수 된 양/속도 등을 지속적으로 모니터링 할 수 있으므로 비용적인 문제 외에도 관리적 측면에서도 누수관련 하여 상당히 정확한 데이터 획득과 최소한의 인적개입으로도 시스템을 운영 할 수 있다.

또한 누수 물질의 특성 추정이 가능하다면 그 처리에 대한 대응자침을 정확하게 세울 수 있고, 신속한 대응이 가능 해 질 것으로 예상된다.

REFERENCES

- [1] Yun, kyungwon, "Evaluation of Optimal Measuring Condition in the Flaw detection of Wall-Thinning Defect pipe by Infrared Thermography., Dept of Advanced Parts and Materials Engineering, Graduate School of Chosun University. 2013
- [2] Min-Sik Ghil., "A Study on Development of Hazard Chemical Detection System of a Multi Sensing Type and Dangerousness Prediction Algorithm Based on Artificial Intelligence." , Dept of Disaster Prevention System, Graduate School of Disaster Prevention, Kangwon National University. 2021.
- [3] LI YUJIE., "Research on Real-time Black Ice Region Segmentation of Infrared Road Images Based on Deep Learning. Dept. of Computer Engineering, Graduate School of Wonkwang University", 2022.
- [4] Long-Chun Lin, park yoenyong, Moon-ryul Jung, ,"Water droplet generation technique for 3D water drop sculptures.", Journal of the Korea Computer Graphics Society Vol.25, No.3. 2019.
- [5] Kwon,soonwon., "A Study on the Blur Classification for Thermal Image Using Machine Learning.",Dept. of Computer Engineering, Graduate School of Inha University. 2020 .