

반도체 수분 부적합 저감을 위한 공정 개선

김영권*, 최승일**

*(주)덕산테크피아

**국립공주대학교 산업공학과

e-mail:sichoi@kongju.ac.kr

Process Improvement for Reducing Moisture Nonconformity in Semiconductor Manufacturing

Youngkwon Kim*, Seungil Choi**

*DS Techopia

**Dept. of Industrial Engineering, Kongju National University

요 약

본 논문은 반도체 제조 공정 중 발생하는 수분 부적합 문제를 해결하기 위해 수행된 품질 개선 활동에 관한 사례를 다룬다. 연간 평균 23%의 수분 부적합률과 5,000만원에 달하는 재처리 비용을 절감하기 위해, 공정 전반에 걸친 상세 원인 분석과 대책 수립을 실시하였다. 그 결과, 샘플링 보관 시간 및 환경 개선을 통해 수분 부적합률이 획기적으로 감소하였으며, 본 개선활동은 향후 유사 문제 해결에 적용 가능한 사례로 평가된다.

3. 연구방법론

1. 서론

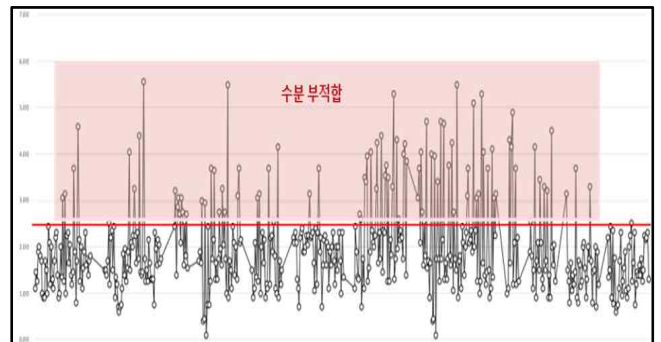
반도체 산업에서 품질 불량은 생산 효율과 비용에 직접적인 영향을 미치며, 특히 수분 부적합은 제품 신뢰성과 직결되는 중요한 품질 이슈이다. 이에 제조 공정 중 반복적으로 발생하는 수분 부적합 문제의 원인을 규명하고, 근본적인 해결책을 마련하고자 사례 연구를 수행하였다. 본 논문은 해당 개선 활동의 전반적인 추진과정과 효과를 분석하고, 향후 지속 가능한 품질 관리 방안을 제시하는 데 목적이 있다.

2. 이론적 배경 및 선행연구

반도체 공정은 수십 단계의 복합 공정으로 구성되며, 이 중 수분 제어는 패키징 및 보관 단계에서 매우 중요한 요소로 알려져 있다. 기존 연구에서는 온도와 상대습도에 따른 수분 흡습 및 탈습을 반영한 반도체 패키지 구조의 박리를 예측하였으며[1], 통계적 공정 관리(Statistical Process Control, SPC)와 고급 공정 제어(Advanced Process Control, APC)를 활용한 품질 모니터링이 효과적으로 사용되고 있다[2]. 본 연구는 이론적 기반 위에 실질적 개선 활동을 적용한 사례에 초점을 맞춘다.

본 연구는 반도체 공정 중 반복적으로 발생하는 수분 부적합 문제를 해결하기 위해 체계적인 품질 개선 접근을 적용하였다. 구체적으로 SPC와 PDCA(Plan - Do - Check - Act) 사이클을 기반으로 하여 개선활동을 단계적으로 수행하였다.

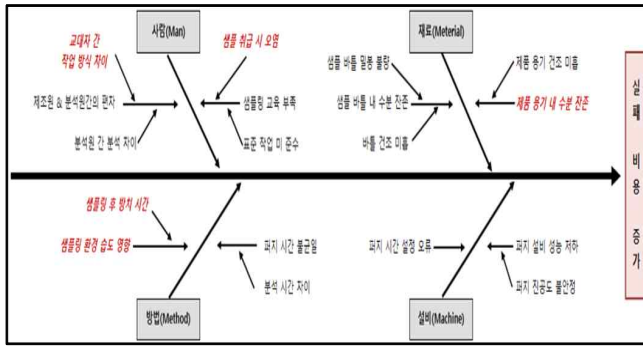
먼저, SPC 기법을 활용하여 수분 부적합의 발생 경향 및 공정 변동성을 시계열로 분석하고, 관리도의 이상 패턴을 통해 공정의 이상징후를 사전에 탐지하였다. 이를 통해 공정 내에서 변동이 집중되는 공정 단계 및 작업 조건을 정량적으로 도출할 수 있었다.



[그림 1] 수분 부적합 SPC Trend Chart

이후 PDCA 사이클에 따라 문제 해결을 위한 반복적 개선을 추진하였다.

(1) Plan 단계: 특성요인도와 4M 분석(Man, Machine, Material, Method)을 통해 수분 부적합의 주요 원인을 다각도로 분석하였다.



[그림 2] 특성요인도

(2) Do 단계: 원인 분석 결과에 따라 보관 환경 조건 개선, 샘플링 기준 재정립, 작업자 표준작업 확립 등의 대책을 시행하였다.

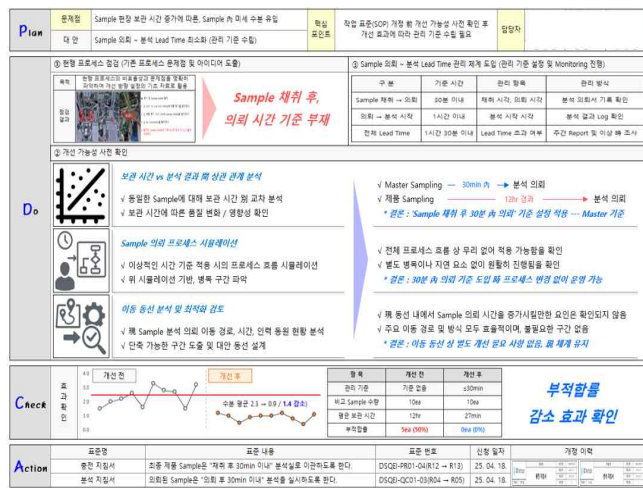
(3) Check 단계: 개선 조치 이후의 수분 부적합률 변화를 SPC 차트를 통해 모니터링하고 통계적 유의성을 검토하였다.

(4) Act 단계: 효과가 입증된 개선 방안을 표준화하여 전 공정에 확산하고, 유사 사례로의 확장 가능성을 검토하였다.

4. 대책 실시 및 개선 결과

세부 원인 분석 결과, 수분 부적합의 주요 원인은 샘플링 후 방치 시간, 샘플링 환경 습도 등으로 확인되었다. 이에 따라 샘플 현장 보관 시간 기준 정립과 보관 환경 개선이라는 대책을 수립하고 실행하였다.

4.1 대책 1: Sample 현장 보관 시간 기준 정립



[그림 3] 대책 1에 대한 PDCA

Sample 현장 보관 시간 증가에 따른 샘플 내 미세 수분 유입의 문제점을 발견하고, 이에 대한 개선안으로 샘플 현장 보관 시간에 대한 관리 기준을 수립하여 부적합률 감소 효과를 확인하고 개선 방안을 표준화하였다.

4.2 대책 2: Sample 보관 환경 개선



[그림 4] 대책 2에 대한 PDCA

현장 내 샘플 보관 장소가 완전 밀폐되지 않음으로 인한 샘플 용기 내 미세 수분 유입의 문제점을 발견하고, 이에 대한 개선안으로 샘플 채취 장소 내 샘플 보관함을 설치하여 부적합률 감소 효과를 확인하고 개선 방안을 표준화하였다.

5. 결론 및 시사점

본 개선 활동을 통해 반도체 공정에서의 수분 부적합 문제를 효과적으로 해결할 수 있었으며, 연간 수천만 원의 비용 절감 효과를 거두었다. 또한 샘플링 기준 및 환경 개선은 향후 유사 문제에 대한 표준 가이드를 제공할 수 있을 것으로 기대된다. 본 연구는 품질 개선을 위한 현장 기반 접근의 중요성을 강조하며, 제조 현장에서의 실천적 개선 사례로서의 의미를 지닌다.

참고문헌

- [1] 엄희진, 황연택, 김학성, “유한요소 해석을 통해 온도와 상대습도에 따른 수분 흡습 및 탈습을 반영한 반도체 패키지 구조의 박리 예측”, 마이크로전자 및 패키징학회지, 제29권 3호, pp. 37-42, 2022년.
- [2] 하대근, 구준모, 박담대, 한종훈, “반도체 공정에서의 APC 기법 및 이상감지 및 분류 시스템”, 제어로봇시스템 학회논문지, 제21권 9호, pp. 875-880, 2015년.