

6-시그마 기법을 이용한 습식식각 설비의 효율 개선에 관한 연구

유중현*, 김창엽**

*(주)세메스

**호서대학교 전기공학과

e-mail:napa78@hanmail.net

A Study on the Efficiency Improvement of Wet Etching Equipment using 6-Sigma Method

Jong-HyeonYu*, Chang-Eob Kim**

*SEMES Co. Ltd

**Dept of Electrical Engineering , Hoseo University

요 약

본 논문에서는 습식식각 설비의 Process 동작 간에 발생하는 설비의 비 가동 시간을 최소화하여 Throughput을 향상시키기 위하여 Monitoring 한 결과 Recipe 변경, 액 교환 발생, Tact 변경 등의 공정간 조건에 따라 대기시간이 발생(생산 지연시간 발생) 하는 것을 확인 하고 이를 개선하기 위한 연구이다. 연구 방법으로, Recipe Data 적용 시점을 약액 구간 처리 완료 시점에서 후속 기관이 대기하지 않고 연속 투입을 실시, Chamber Drain과 약액 Tank 전환이 동시에 이루어지고 액 교환 동작 중 Pump Spray의 연속성을 유지하는 무정지 액 교환 Sequence 적용, Tact 적용 시점을 전 기관 배출 확인 후 실시하는 것을 약액 구간 처리 완료 후 적용의 3가지 방법을 6시그마의 DMAIC 기법을 활용하였다. 연구 결과 개선 전 비 가동 시간이 설비 대당 1일 28분 시그마 Level 3.40 이었던 것을 개선 후 설비 대당 1일 17분 시그마 Level 5.3 으로 개선됨을 확인 할 수 있다.

1. 서론

Display 산업의 급격한 발전에 따라 생산 과정에서 공장 내의 작업 인력은 위험한 작업, 오염된 환경에서의 작업, 단순 작업량이 많은 작업, 또는 높은 정밀도를 요구하는 작업 등에서 공장 내의 로봇이나 자동화 설비로 대체되고 있다.

공장자동화는 정자동화(Fixed Automation)와 유연자동화(Flexible Automation)로 구분할 수 있다.

정자동화는 공정변화의 유연성이 없고 표준화된 대량생산에 적합한 자동화로 높은 생산량이 보장되거나 초기의 고액 투자와 제품의 변화에 융통성이 비교적 낮은 단점이 있고, 유연자동화는 한 제품에서 다른 제품으로 바뀔 때 시간손실이 거의 없이 생산을 할 수 있도록 하는 자동화로 다양하고 가변적인 제품을 지속적으로 생산 가능하고 제품 디자인 변경을 다룰 수 있는 융통성을 가지고 있다는 장점이 있으나 주문형 시스템을 위한 고액 투자의 필요와 생산성이 정자동화에 비해 낮다는 문제점을 가지고 있다.

Display Panel의 크기가 대형화 되면서 기존 저

세대 생산 Line의 유연자동화 시스템과는 다르게 신규 대형 생산 Line의 경우는 생산성 증대를 목적으로 정자동화로 운영되고 있다.

따라서 현재 Display 산업에서 가장 중요하게 여겨지는 것은 생산성 향상으로 볼 수 있으므로 본 논문은 Display 前 공정 설비 중 습식식각 공정을 담당하고 있는 Etcher 설비의 비 가동 시간 개선을 위한 시스템 운영 방안을 6시그마 기법을 활용하여 개선 인자를 선정하고 개선 전, 후를 비교 검증 하도록 한다.

2. 설계 이론

6시그마(6σ)는 기업에서 전략적으로 완벽에 가까운 제품이나 서비스를 개발하고 제공하려는 목적으로 정립된 품질경영 기법 또는 철학으로서, 기업 또는 조직 내의 다양한 문제를 구체적으로 정의하고, 현재 수준을 계량화하고 평가한 다음 개선하고 이를 유지 관리하는 경영 기법으로 다른 품질경영관리기법인 종합 품질 관리(Total Quality Management)의

경우에는 생산품질자체에 집중하지만 6시그마는 회사의 모든 부서의 업무에 적용할 수 있으며 각자의 상황에 알맞고, 고유한 방법론을 개발하고 적용하여 정량적 기법과 통계학적 기법으로 향상시킬 수 있다.

2.1. 6시그마의 정의

시그마(σ)는 원래 정규분포에서 표준편차를 나타내며 6표준편차인 100만 개 중 3.4개의 불량률(Defects Per Million Opportunities, DPMO)을 추구한다는 의미에서 나온 말이다. 실제로 ± 6 시그마 수준은 100만 개중 0.002개의 불량률로서, 6시그마는 불량 제로를 추구하는 말이다.

2.2. 6시그마의 방법론

6시그마에는 두 가지 주요한 방법론이 있는데 DMAIC과 DMADV이다. 이 두 가지는 원래 W. 에드워드 데밍의 계획-실행-점검-행동 사이클 이론에서 영향을 받은 것이다. DMAIC은 주로 기존의 Process를 향상시키기 위해 쓰이고 DMADV는 새로운 제품을 만들거나 예측가능하고 결함이 없는 성능을 내는 디자인을 만들기 위한 목적으로 쓰인다.

2.2.1 DMAIC

정의(Define) : 기업 전략과 소비자 요구사항과 일치하는 디자인 활동의 목표를 정한다.

측정(Measure) : 현재의 Process 능력, 제품의 수준, 위험 수준을 측정하고 어떤 것이 품질에 결정적 영향을 끼치는 요소(CTQs, Criticals to qualities)를 밝혀낸다.

분석(Analyze) : 디자인 대안, 상위 수준의 디자인을 만들기 그리고 최고의 디자인을 선택하기 위한 디자인 가능성을 평가하는 것을 개발하는 과정이다.

개선(Improve) : 바람직한 Process가 구축될 수 있도록 시스템 구성요소들을 개선한다.

관리(Control) : 개선된 Process가 의도된 성과를 얻도록 투입요소와 변동성을 관리한다.

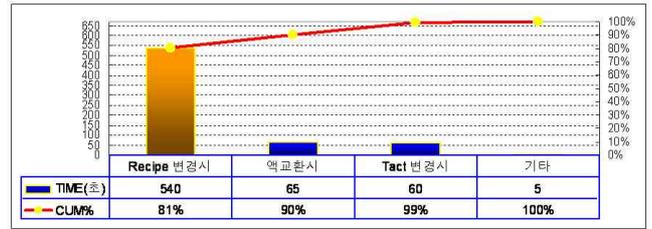
본 연구에서는 DMAIC 방법론을 사용하여 습식식각 설비의 기존의 Process를 향상시키기 위한 방법을 다루고자 한다.

3. 연구대상 및 방법

3.1. 정의 (Define)

습식식각 설비의 생산성 향상을 위하여 비 가동시

간 모니터 결과, 설비 이상이 아닌 Process조건 변경(Recipe, 액 교환, Tact 등)에 의한 대기로 생산성 지연시간이 발생함을 확인 할 수 있다.



[그림 1] S社 8세대 라인 습식식각 설비누적 지연시간

3.2. 측정 (Measure)

현재의 Process 능력을 측정하기 위하여 다음과 같은 Y's 성과 척도 MATRIX를 작성하고 자료의 수집을 계획했다.

[표 1] Y's 성과 척도 MATRIX 및 DATA 수집 계획서

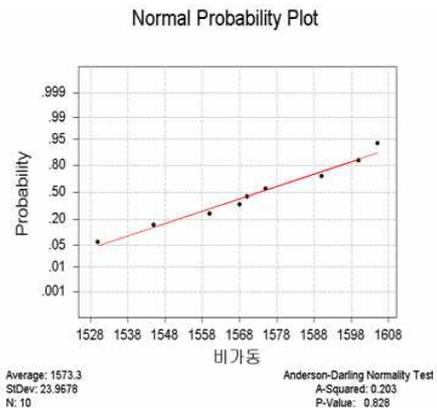
Y's 성과 척도 Matrix

No	Y's	Y 정보				규격설정		Discrite		Goal(목표)			
		선용공식/모형명	차량명	주기	단위	USL	LSL	차표	Zst	차표	Zst		
Y1	Process불량률 비가동시간	Process조건 변경에 따른 대기시간	CM PC Log	일	Sec	C	1600	-	NA	1573	3.47	990	5.5

Y's Data 수집 계획서

No	측정항목(Y's)	문제 영역 / 선용 방법		Data 유형	Sampling 계획		Data 수집 시 고려사항	
		무엇을	어떻게		수집빈도	수집기간		자료수
-	Process불량률 비가동시간	비가동시간	CM PC Log	C	2중	11.02.01 ~ 11.02.20	10	원상 기록

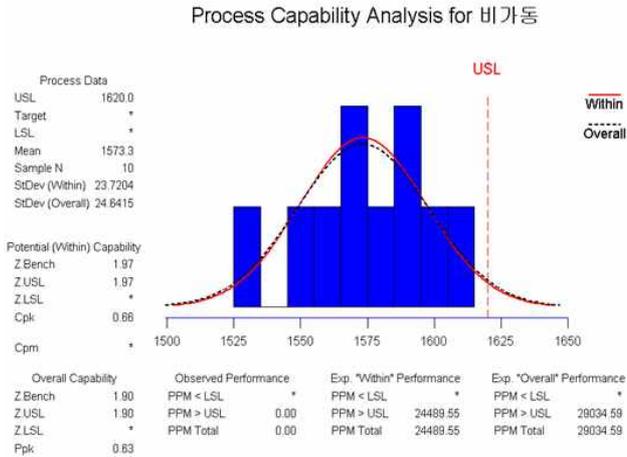
상기 Y's Data 수집 계획을 통해 공정 능력 분석을 실시한 결과 다음과 같은 비 가동 시간에 대한 일반 확률 그래프를 확인 할 수 있다.



[그림 2] 비 가동 시간에 대한 일반 확률 그래프

상기 비 가동 시간에 대한 자료를 근거로 하여 공정 능력 분석을 실시한 결과 P값이 0.828로 0.05보다 크므로

데이터는 정규분포를 따른다고 할 수 있으며 현 시그마 수준 (3.40 (Zlt : 1.90 + 1.5 = 3.40))을 확인 했다.



[그림 3] 공정 능력 분석

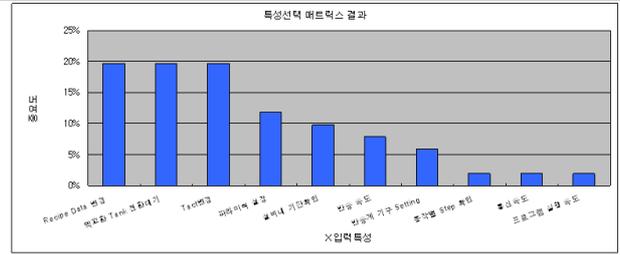
상기 시그마 수준을 통해 습식 식각 설비의 개선 가능성을 확인 할 수 있으며 이에 따라 상세 Process Map, C-E Diagram, FDM 방법을 통하여

- (1) Recipe 적용 시점
- (2) 액 교환 Tank 전환시간
- (3) Tact 적용시점

상기 세 가지 잠재인자를 제시한다.

[표 2] FDM 분석

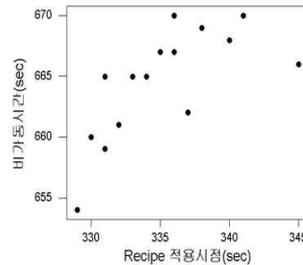
X인자	프로젝트 Y (KPOV)	가중치	상위누적70%까지 잠재인자X로 선정		
			점수	%점수	%누적점수
	10	10			
1	Recipe DATE 변경	10	100	19.23 %	19.23%
2	액 교환 Tank 전환대기	10	100	19.23 %	38.46%
3	Tact 변경	10	100	19.23 %	57.69%
4	PARAMETER 설정	7	70	13.46 %	71.15%
5	설비상태	5	50	9.62%	80.77%
6	반송속도	3	30	5.77%	86.54%
7	반송계 기구 SETTING	3	30	5.77%	92.31%
8	동작별 STEP 확인	2	20	3.58%	96.15%
9	통신 속도	1	10	1.92%	98.08%



[그림 4] 특성선택 매트릭스 결과

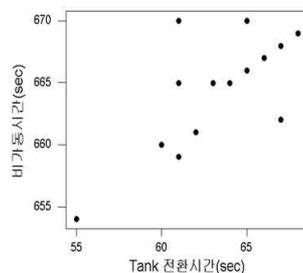
3.3. 분석(Analyze)

잠재인자 X's 에 대한 습식식각 설비의 비 가동시간의 상관관계에 대하여 상관분석을 실시하기 위한 Data 분석 Tool은 상관분석으로 하였으며, 계량형 Data를 S社 8세대 라인 습식식각 설비에서 수집 하여, 그 결과로 Recipe 적용시점에 대한 상관분석 결과는 PEARSON CORRELATION OF 비 가동시간 AND Recipe 적용시점=0.689, P-VALUE=0.004 상관계수는 0.689로 양의 상관관계를 가지며, P값은 0.004으로 유의수준 0.05보다 작으므로 통계상 유의하다고 할 수 있다.



[그림 5] Recipe 적용시점 상관 분석

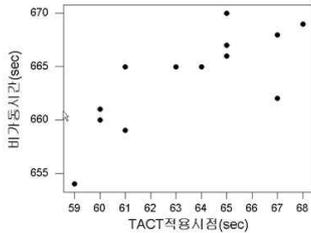
Tank 전환시간에 대한 상관분석 결과는 PEARS-ON CORRELATION OF 비 가동시간(sec) AND Tank 전환시간(sec)=0.709, P-VALUE=0.003 상관계수는 0.709로 양의 상관관계를 가지며, p값은 0.003으로 유의수준 0.05보다 작으므로 통계상 유의하다고 할 수 있다.



[그림 6] Tank 전환시간 상관 분석

Tact 적용 시점에 대한 상관분석 결과는 PEAR-SON CORRELATION OF 비 가동시간(sec)

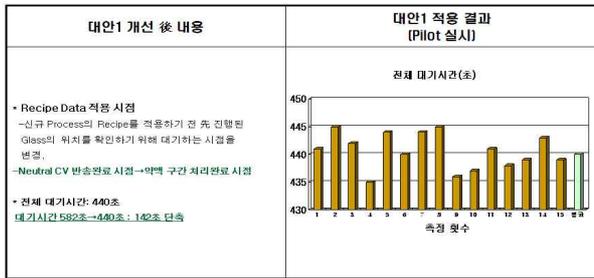
AND Tact 적용시점(sec)=0.762, P-VALUE=0.001 상관계수는 0.762로 양의 상관관계를 가지며, P값은 0.001으로 유의수준 0.05보다 작으므로 통계상 유의하다고 할 수 있다.



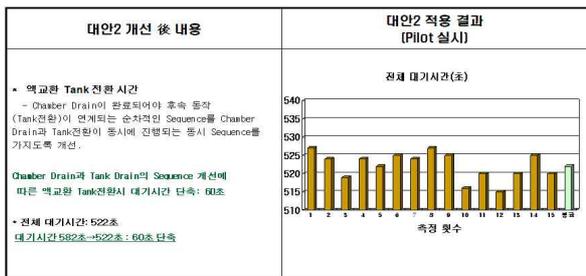
[그림 7] act 적용시점 상관 분석

3.4. 개선(Improve)

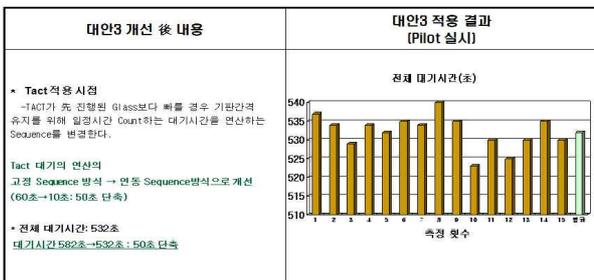
분석 단계에서 확인된 잠재인자에 대한 대안을 제시하고 적용 결과를 분석하였다.



(a) 대안 1에 대한 개선



(b) 대안 2에 대한 개선



(c) 대안 3에 대한 개선

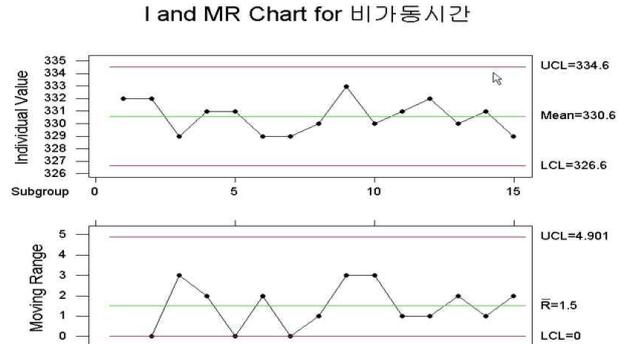
[그림 8] Tact 적용 시점에 대한 개선 및 적용 결과

4. 결론

Recipe Data 적용시점 변경(142초), 액 교환 Tank 전환 Sequence 개선(60초), Tact 연산 Sequence 개

선(50초)으로 비 가동시간(대기시간)을 252초 (582→330초) 단축 하였으며 시그마 Level 의 경우 개선 전 3.40에서 개선 후 5.3으로 개선했다.

개선 후 비 가동시간 15회 확인 결과 각각의 DATA로 평균의 변화 관찰 및 인접 DATA간의 범위로 산포의 변화 관찰 결과, 관리 한계선 내에 평균적으로 위치하고 있으며, 인접 DATA간 산포 폭이 좁게 관리되고 있다.



[그림 9] I And MR Chart For 비 가동시간

참고문헌

- [1] 정선환, 최성대, 양세영, “6시그마 Process를 이용한 정류자 압입 공정 개선에 관한 연구”, 한국기계 가공학회 논문집, 제4권 제2호, pp.37-42, 2005.
- [2] 김금숙, 이홍우, “6시그마 실행의 성공요인에 관한 탐색적 연구”, 한국생산관리학회지, 제15권 제2호, pp.135-154, 2004.
- [3] 김계수(Gye-Soo Kim), “6-sigma 품질경영 : 6시그마 정의와 추진환경, 실천역량, 경영성과와의 인과관계에 관한 연구 - 제조부문을 중심으로”, 한국경영과학회, 한국경영과학회지, 제29권 제3호, pp.129-144, 2004.
- [4] 최봉, 정남호, 권순재, 이건창, “성공적인 6시그마 혁신을 위한 업종별 추진전략에 관한 연구”, 한국경영과학회, 경영과학, 제24권 제1호, pp.147-160, 2007.
- [5] 박원일, “비호환 기종 PLC들의 통합제어를 위한 PLC 매니저설계”, 한양대학교 석사학위논문 1993.
- [6] 한광록, 황미자, “Wet Station 모니터링을 위한 제어 모듈의 설계 및 구현”, 한국정보처리학회논문집, 5권 7호, pp.1813-1828, 1998.
- [7] 이덕무, 김병운, “전력선 이용 통신(PLC)의 국내·외 동향 및 시장전망에 따른 가격전략”, 한국무역학회, 2000년도 추계학술대회발표논문집, pp.615-630, 2000.