

6시그마 혁신활동을 통한 약품처리 최적화 The Optimization of Chemical Treatments through the Six Sigma Innovation Activity

김태규*, 김홍철**
Kim, Tai Kyoo · Kim, Hong Chul

<목 차>

- | | |
|-----------|-----------|
| I. 서론 | III. 개선활동 |
| II. 과제 선정 | IV. 결론 |

Abstract

L Company is producing the second sept part, Shadow Mask which is the chief part of CRT in TV, Monitor. Inside of the CRT part, Shadow Mask leads the electronic beam to express the three primary colors; red, green, blue, and it is the core part to embody the colors. In the etching process, it produces this part with manufacturing by eroding the iron chloride. Even though the iron chloride is harmless to human body. it is necessary to diminish the amount of it on the view of preservation of environment. In addition, by studying the method of the disposed liquid process, cutting down the manufacturing cost is a necessary task on the aspect of reconsideration of competitive business.

This study shows the case that through the six sigma innovation activity, it reforms the following the former processing flow, and it reduces the amount of it by improving the efficiency of the iron chloride. By rationalization of the standard requirement cooperative company, it could cut down the manufacturing cost in the cooperative company, so it could promote the common profits.

핵심어 : 세도우 마스크, 에칭공정, 염화철, 6 시그마 혁신활동

Key words : Shadow Mask, Etching Process, Iron Chloride, 6 Sigma Innovation Activity

* 한남대학교 정보통계학과 교수, E-mail : tkkim@hannam.ac.kr

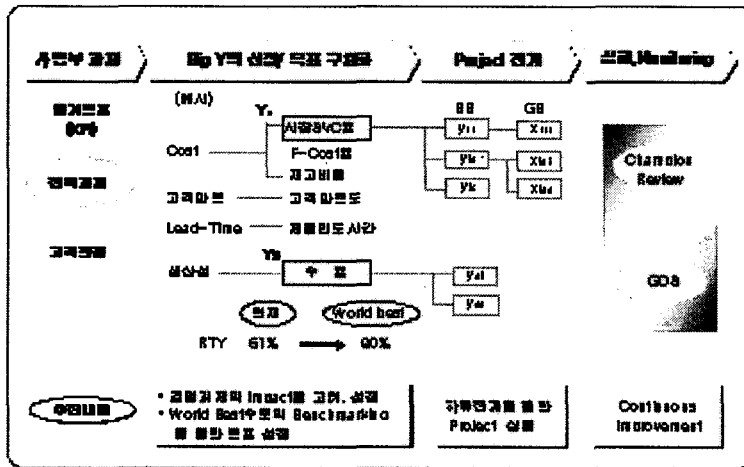
** LG 마이크론(주) 경영혁신팀 과장. E-mail : lgmkhc@lgmicon.com

I. 서 론

L기업(주)은 TV, Monitor의 주요 핵심부품인 CRT(Cathode Ray Tube)의 2단계부품인 Shadow Mask를 생산하고 있다. Shadow Mask는 CRT부품 내에서 전자빔이 Red, Green, Blue의 삼원색을 표현할 수 있도록 전자빔을 Leading하는 역할을 하며, 칼라 구현에 꼭 필요한 핵심 부품이다. 이 제품을 생산하기 위한 기본 공정은 원재료인 순철 또는 Invar(Ni합금)의 철판 코일을 재료로 하여 표면에 감광막을 도포하고, Shadow Mask형상을 Photo Mask로 노광하고 현상 처리하여, 에칭공정에서 염화철로 부식시켜 제품을 가공한다. 이와 같은 약품을 사용하는 장치공정에서 여러 가지 약품이 다량 사용되며, 그 중 가장 많이 사용되는 염화철의 경우 인체에 대체로 무해하다고는 하지만, 환경보전 측면에서 그 사용량을 적극적으로 감소시킬 필요가 있다. 아울러 그 폐액처리 방법을 연구하여 제조원가를 줄이는 것도 기업경쟁력 제고의 측면에서 필요한 과제라 할 수 있다.

본 연구는 6시그마 혁신활동을 통하여 과거로부터 답습되어온 공정 Flow를 개선함으로써 염화철의 효율을 향상시켜 사용량을 줄이고, 협력사에 제시하는 규격을 합리화함으로써 제조원가를 낮추어 공동 이익을 도모한 현장 사례연구이다. 즉 염화철 사용 최적화 및 재활용 기술 개발로 폐액량 및 폐액처리 비용을 감소시키는 물론 친환경적 생산 활동을 실현하고자 추진한 사례라 할 수 있다. 본 연구과제는 VOB(Voice of Business)를 근간으로 사업전략과 연계한 Logic Tree를 이용하여 과제를 전개하였고([그림 1] 참조), 그중 약품 사용의 70%이상을 차지하는 염화철사용량을 CTQ(Critical To Quality)로 선정하였다.

선정된 CTQ의 염화철 투입비용 절감을 위해 세부 분석한 결과 Quick Action 과제와 기술적 측면의 공정 최적화 과제 및 R&D분야 과제로 전개되었다. Quick Action으로는 협력사에서 납품하고 있는 염화철의 관리규격에 대한 적합성을 개선하여, 협력사의 제조원가를 줄임으로써 납입단가를 낮출 수 있었다. 공정 부분에서는 염화철 비율 당 철판 부식량인 반응효율을 Line별로 상대적인 비교를 하여 개선함으로써 신액 투입량을 줄일 수 있었다. 아울러 친환경적인 염화철 폐액재생System인 DRS(De-Ni Recycling System)를 개발하여 양산활동에 적용함으로써 공정혁신을 실현하였다. 이상의 과제해결 과정을 6 시그마 혁신활동 Process인 DMAIC(Define-Measure-Analyze-Improve-Control)절



[그림 1] Big Y 전개 Logic Tree

차와 관련 Tool 들을 사용하여 소개하기로 한다.(6시그마 혁신활동 절차와 관련 Tool들에 대한 이론적 배경은 수록된 대부분의 참고문헌에 근거하고 있음.)

II. 과제의 선정(Define)

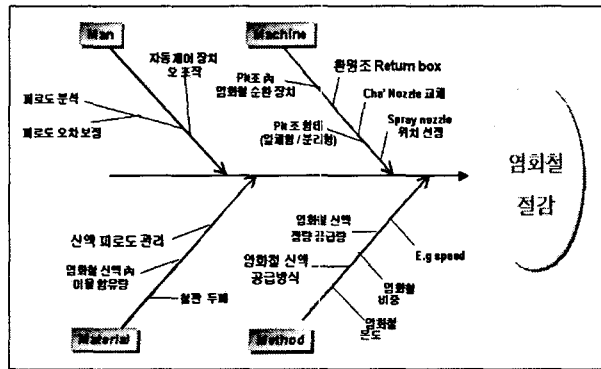
1. VOB 및 CTQ선정

Shadow Mask는 국내에서는 LG마이크론(주)이 유일하게, 외국에서는 일본(DNP, DNS, Toppan), 미국(BMC), 유럽(BME) 및 중국의 소수 업체가 세계시장에 공급하고 있다. 최근 Display의 Digital화 추세로 PDP, LCD, LED 등의 신규 개발경쟁이 치열해 졌고, CRT는 급속한 시장 점유율 하락을 보이면서 관련 업계의 시장 환경이 악화되었다. 따라서 기존 양산품의 혁신활동을 통한 시장 경쟁력확보와 신규 제품개발을 위한 Cash Flow의 역할이 절실하게 대두되었다. 본 연구과제는 이러한 배경아래 사업전략과제를 기반으로 Logic Tree(Big Y 전개)를 전개한 결과 개선과제로 주된 투입약품인 염화철사용량을 본 혁신활동의 CTQ로 선정하여 전개하였다. (Big Y 전개에 대한 이론적 배경은 참고문헌

[8] 박우종 외(2004), “Big Y 전개를 통한 Yield 향상”에 잘 정리되어 있음.)

2. CTQ에 대한 Y의 전개(Measure)

CTQ인 “염화철사용량”에 대하여 4M(Man, Machine, Material, Method)관점에서 대책 추구형 특성요인도(Fish Bone Diagram)로 전개하여 인자들을 도출하고([그림 2]참조), 각 인자에 대한 실행난이도, 파급효과 등을 분석한 결과 3가지 큰 축으로 분류하였다.



[그림 2] 특성요인도(Fish Bone Diagram)

[주요 Y선정]

- 반응 효율 향상
- D화학(주) 염화철 Ni Spec 변경
- DRS 적용

선정된 CTQ개선을 위한 Y인자의 활동 방향을 검정한 결과, 한 개의 Quick Action과 두개의 기술적 과제로 전개되었다. Y인자의 구체화를 위하여 Y에 대한 측정 방법, 데이터 수집 계획을 설정하고, 데이터의 신뢰성을 확보하기 위해 선정된 측정도구에 대한 정확도 및 정밀도를 확인하였다.

Ⅲ. 개선활동(Measure-Analyze-Improve-Control))

1. Quick Action

원재료 수급 관리를 위하여 L기업이 협력사에 제시하는 염화철 관리 규정에 의하면, 염화철의 피로도(제1염화철과 제2염화철의 비율)와 원자재 철판을 부식한 후의 폐액에 잔존하는 니켈(Ni) 함유량에 대한 기준을 따라야 하는데, 이는 협력사 제조원가에 미치는 영향이 크며, 잔존 이물질 제거에도 많은 제조경비가 부담되고 있었다. 기존 신액의 Ni 함유량은 300ppm의 관리 규격으로 입고되었고, 폐액의 함유량은 15,000ppm으로 수거되어 재생공정에 투입되고 있었다. 그러나 협력사의 공정에서는 Ni 함유량 보다 그 순도에 관한 기준이 제조상의 효율을 좌우하는 것으로 파악되었다. 따라서 L기업의 입고 기준을 조정할 여지가 있는지를 찾아보기로 하였다. 이를 위해 L기업의 염화철 관리는 생산에 영향을 주는 피로도 관리에 중점을 두기로 하고, Ni 함유량의 기준을 상향조정할 수 있는지를 판단하기 위해 Ni 함유량에 따른 생산성의 영향을 조사하였다. 즉, 최종 폐액관리 기준인 18,000ppm이상의 조건에서 Y인자인 품질 반응속도(일정 부식량을 확보하기 위해 경과된 시간)의 영향을 조사하였다(<표 1>참조).

<표 1> 부식반응속도 분석 결과

Two-Sample T-Test and CI: 반응속도, Type

15000ppm(양산)과 18000ppm의 반응속도검정

Two-sample T for 반응속도

Type	N	Mean	StDev	SE Mean
new	8	2.34375	0.00916	0.0032
old	7	2.35000	0.00816	0.0031

Difference = μ (new) - μ (old)
 Estimate for difference: -0.00625
 95% CI for difference: (-0.01599, 0.00349)
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1.39
 P-Value = 0.169 DF = 13
 Both use Pooled StDev = 0.00872

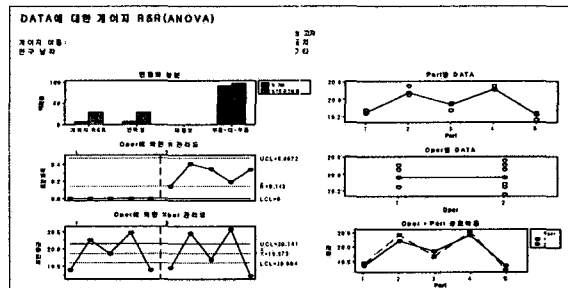
* Ni 함량 증가에 따른 부식 반응속도 차이 없음

폐액의 Ni 함유량 기준을 18,000ppm이하로 조정하여도 염화철의 부식 반응 속도에는 영향이 미미한 것으로 결론을 얻을 수 있었다. 실험결과에 따라, 선행 양산 Line의 초기 검정생산 결과 기존 양산품과 유의차가 없음을 확인하였고, 차기 염화철 입고 관리규격

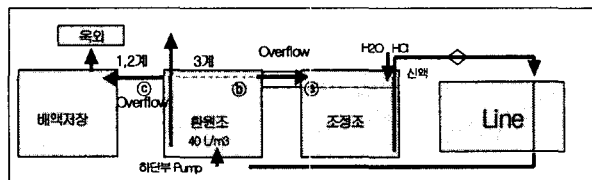
과 제반 관련 항목을 표준화하였다.

2. 반응 효율 향상을 통한 사용량 절감

총 7개 Line중 대형, 평판 CRT용 Shadow Mask를 주 생산하는 INVAR철판 사용량이 많은 3개 Line의 '03년 사용된 철판 투입량과 염화철 사용량을 확인한 결과 반응효율(= 철판 사용량/염화철 사용량)을 분석한 결과 Line별 구조에 따른 효율 차이가 확인되었고, Y인자의 측정은 염화철의 폐액관리 기준인 피로도와 비중(Be')을 각 순환 Pit별로 수준을 분석하였다. 피로도에 대한 Gage R&R을 실시한 결과, 관측기의 변동이 다소 낮으나 실용상 큰 문제가 없다고 판단하였다([그림 3]참조).



[그림 3] Gage R&R 분석 결과



[그림 4] Pit조: 염화철 Flow

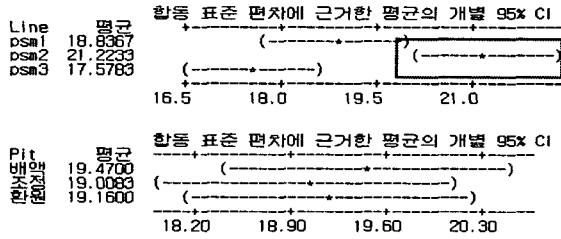
염화철 Flow에서 각 처리조별로 피로도와 비중(Be')를 측정, 분석하고 배관의 흐름과 연계하여 분석한 결과, 신액의 정량 공급과 폐액의 흐름에 따른 피로도의 차이가 확인되었다([그림 4]참조).

<표 2> Line별 피로도 비교분석 결과

이원 분산 분석: 피로도 대 Line, Pit

출처	DF	SS	MS	F	P
Line	2	41.1312	20.5656	14.16	0.001
Pit	2	0.6645	0.3322	0.23	0.799
오차	13	18.8817	1.4524		
총계	17	60.6774			

S = 1.205 R-제곱 = 68.88% R-제곱(수정) = 59.31%



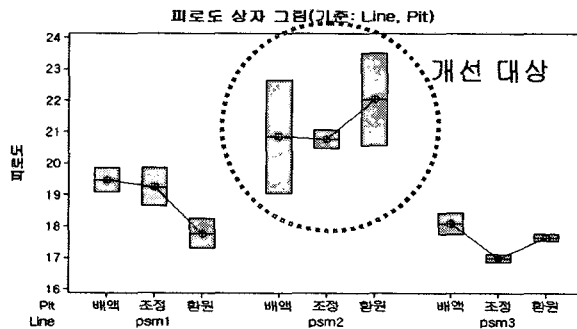
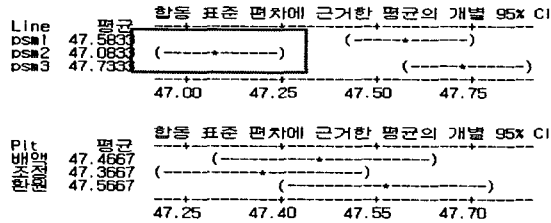
<표 3> Line별 비중 비교분석 결과

피로도 상자 그림(기준: Line, Pit)

이원 분산 분석: 비중 대 Line, Pit

출처	DF	SS	MS	F	P
Line	2	1.99	0.995000	19.22	0.000
Pit	2	0.12	0.060000	1.66	0.228
오차	13	0.47	0.036154		
총계	17	1.98			

S = 0.1901 R-제곱 = 76.26% R-제곱(수정) = 68.96%



[그림 5] 피로도 비교분석 상자그림

Line별 피로도 및 보메를 기준으로 비교한 결과, 개선 대상인 제2번 Line의 반응 효율이 가장 저조한 것을 확인할 수 있었으며, 구체적인 분석을 해 본 결과, 염화철이 생산 Line에 투입되는 경로를 보면 생산Chamber에서 환원조 -> 조정조 -> 폐액 저장조로 연결된 구조에서 신액 공급이 조정조 입구에서 공급됨에 따라 신액의 일부가 폐액 저장조로 많이 유출되는 순환 흐름이 원인인 것으로 판명되었다(<표 2>, <표 3>, [그림 5] 참조).

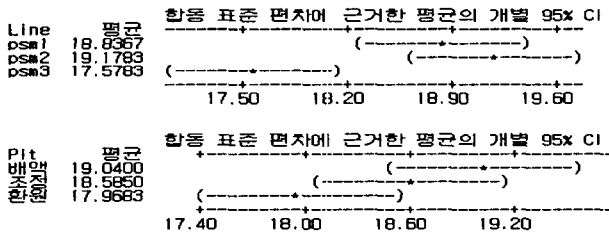
기존 순환 Process에서 Shadow Mask의 제약사항인 고정비 부담을 고려하여 현 구조에서의 최적화 방안을 강구하기로 하였고, 배관의 구조변경을 통하여 공정간 반응효율을 최적화할 수 있었다.

<표 4> 개선 후의 Line별 피로도 분석 결과

이원 분산 분석: 피로도 대 Line, Pit

출처	DF	SS	MS	F	P
Line	2	9.5203	4.26014	11.07	0.002
Pit	2	3.4715	1.73577	4.51	0.033
오차	13	5.0050	0.38500		
총계	17	16.9968			

S = 0.6205 R-제곱 = 70.55% R-제곱(수정) = 61.49%

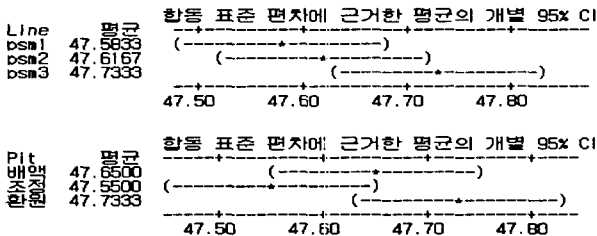


<표 5> 개선 후의 Line별 보메 분석 결과

이원 분산 분석: 비중 대 Line, Pit

출처	DF	SS	MS	F	P
Line	2	0.074444	0.0372222	2.87	0.093
Pit	2	0.101111	0.0505556	3.89	0.047
오차	13	0.168889	0.0129915		
총계	17	0.344444			

S = 0.1140 R-제곱 = 50.97% R-제곱(수정) = 35.88%



위의 분석 결과에서, 개선전의 피로도와 비중에서 현저하게 차이가 나는 부분은 공통 표준편차(Pooled Standard deviation)와 Line별 신뢰구간(Confidence Interval)이 감소하면서 Line별 평균치에 대한 유의차로 정밀하게 진단된 것이다(<표 4>, <표 5>참조).

이와 같이, INVAR전용 양산 공정의 3개 Line에 대한 염화철 반응 효율을 통계적인 방법으로 비교하였으며, 취약한 Line의 효율을 30%향상시키는 개선작업을 수행하였다.

3. DRS(De-Ni Recycling System)의 양산적용

L사에서 중요 Project로 3년간 진행해온 DRS(Di-Ni Recycling System)는 염화철재생 System이다. 부식 공정에서 나오는 폐액인 제1염화철에 염소Gas를 주입하여 제2염화철로 환원시켜 신액으로 사용 가능하지만, CRT(Cathode Ray Tube)의 특성인 Drop, Doming의 열팽창을 낮게 하기 위해 원자재 철판을 Ni를 첨가한 Invar합금으로 변경함에 따라, 부식 후 염화철의 불순물로 Ni 함유량이 증가하게 되었다. 따라서 분순물의 영향으로 인한 에칭속도의 저하에 대한 방안으로 염화철 재생공정에서 Ni를 제거하는 기술이 필요하게 되었다. 염소 Gas 주입에 의한 제2염화철의 생산은 적은 비용으로도 가능하지만, 이물질인 Ni의 제거에는 상대적으로 많은 비용이 들게 되었다.

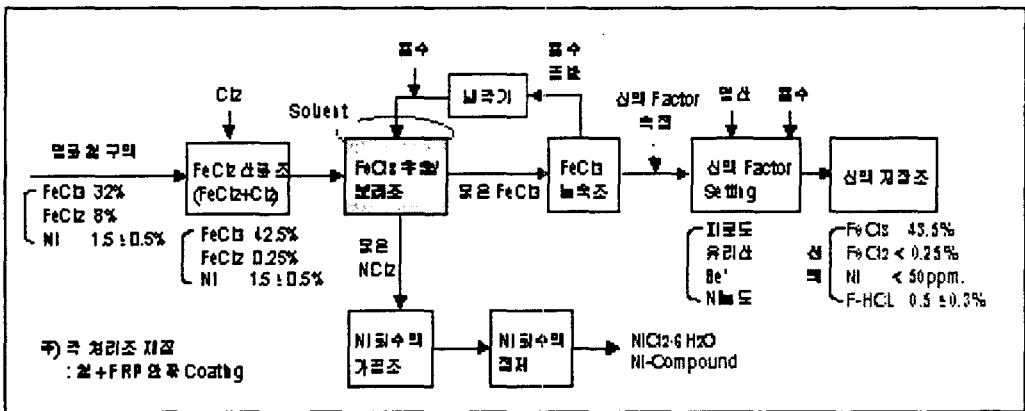
따라서, Ni 제거를 위한 L사와 인시투테크와의 공동연구를 통하여 관련방법을 고찰한 결과, 다음과 같이 특징을 정리할 수 있었다. (참고문헌 심환보 외(2002), 「염화철의 중금속 분리공법」참조)

1) 액-액추출법

- ① 사용된 염화철 구액 중 염화제일철을 염화제이철로 산화
- ② Solvent로 염화제이철을 추출(상부:염화제이철용액, 하부:염화니켈용액)
- ③ 상부의 염화제이철 용액은 용수로 역추출(상부:Solvent, 하부:묽은염화제이철)
- ④ Solvent Recycle, 묽은 염화제이철농축액조건 Setting 후 재사용, 증발된 물은 냉각기를 통하여 Recycle
- ⑤ 염화니켈 용액도 추출 및 농축 후 염화니켈육수염으로 제조 후 판로 모색

2) 침강법

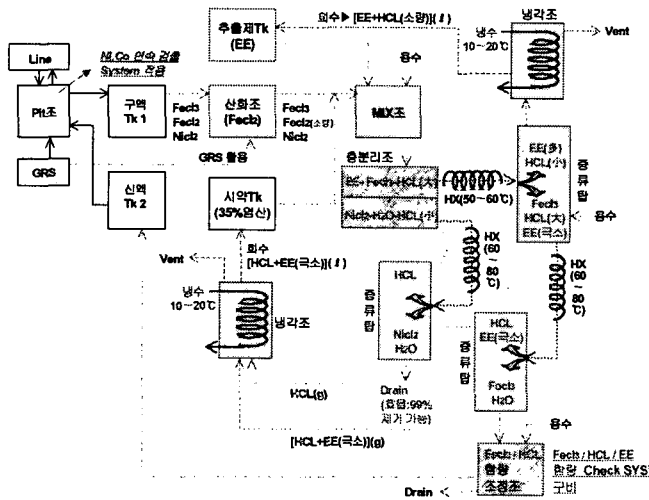
- ① 사용된 염화철 구액중 염화제일철을 염화제이철로 산화
- ② Chemical을 사용하여 Ni을 선택적으로 결합시켜 침강
- ③ 재생액의 잔존 Chemical 제거(중화/흡착) 후 액조건 Setting
- ④ Ni 화합물 기공/판로 모색



[그림 6] Ni 제거방법

L사에서는 Ni제거를 환원액 투입을 통한 층분리를 통하여 Ni를 분리하고 농축된 Ni농축액에서 결정(고체)인 Ni를 추출하는 기술로서, Ni가 농축된 염화철 폐액에 용매(Solvent)를 첨가하여 Ni를 석출하여 순수Ni를 석출함으로써 석출된 Ni의 재판매로 부가가치를 높일 수 있었다([그림 6]참조).

그러나, DRS 추출방식으로 염화철을 재생하기 위해서는 염화철에 혼합된 용매의 재수거와 미량의 혼입에 따른 염화철의 부식 특성에 대한 검토가 필요하고, Shadow Mask공정의 장치 부품에 대한 내식성 영향이 선행 검토되어야 하였다. 따라서 초기 DRS 추출방식으로 생산된 염화철의 Pilot평가를 한 결과, 기존의 품질과 큰 차이가 나타났으며, 양산 적용을 위한 분석 및 개선방안에 대한 후속과제를 선정하게 되었다([그림 7]참조).



[그림 7] DRS Process

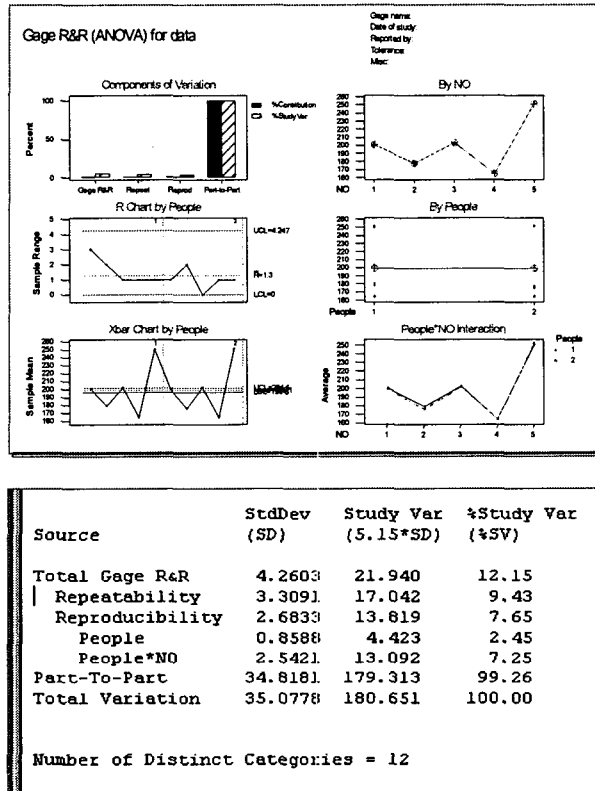
즉 Pilot평가 결과를 토대로, 협력사와 Team Activity 활동으로 전문가 Work Shop을 통하여 인자를 도출하고, 확인 Lab Test를 통하여 DRS 양산적용의 주요 인자를 선정한 결과, 양산관리되고 있는 Shadow Mask의 관리품질로 4개의 평가인자(Y)와 신 공법 적용으로 인한 추가 함유물질인 두개의 원인인자(X)를 선정하게 되었다(<표 6>참조).

<표 6> 주요인자의 선정

<u>Issue</u>
염화철 특성 확보
<input type="checkbox"/> 부식량 <input type="checkbox"/> E.F <input type="checkbox"/> Ra <input type="checkbox"/> 표면상태
이 물질의 영향
<input type="checkbox"/> Solvent 혼합 <input type="checkbox"/> Kerosene 영향성
* 이 물질 함량과 제조단가는 반비례

원인인자인 Ni 검출을 위한 Solvent와 Kerosene의 염화철 함량을 측정하기 위한 측정도구로 ICP장비를 사용하였고, 염화철 공정에서 측정된 농도(ppm)의 데이터에 대한 신뢰

성 검정을 실시하였다([그림 8]참조).



[그림 8] ICP장비 Gage R&R

이물질 함유량에 대한 측정치가 공정의 변동 대비 12.12%로 계측기 사용가능 판정범 위인 20%이하를 만족하고 있고, 분별력 또한 12수준으로 평가되어 계측기로 사용가능하 다고 판정하였다.

원인규명을 위해 실험계획법(Design of Experiments)을 적용하여 용매의 잔류물인 Solvent와 Kerosene에 대한 2인자 2수준으로 2회 반복실험한 후, 에칭의 생산성에 영향을 주는 Etching Factor와 품질특성을 결정하는 표면조도를 측정하고, 각 수준별로 공정에 침적되는 물질들을 3일간 방치하여 액상에 함유하는 이물질을 조사한 후, 염화철 재생의 용매제 함유량 기준을 설정하였다. (<표 7>, <표 8>, <표 9>, <표 10>참조)

<표 7> 실험 인자 수준별 조합

C1	C2	C3	C4	C5	C6	C7	C8	C9
StdOrder	RunOrder	PfType	분류	solvent	Kerosene	ef	ra	sub-g
6	1	1	1	100	1000	1.73729	0.5	-0.13330
3	2	1	1	1000	100	1.63462	0.8	0.00230
1	3	1	1	100	100	1.70671	0.5	-0.17720
8	4	1	1	1000	1000	1.68641	0.9	-0.09150
4	5	1	1	1000	1000	1.75772	1.2	0.00000
5	6	1	1	100	100	1.70000	0.7	-0.03290
7	7	1	1	1000	100	1.76792	1.1	-0.07360
2	8	1	1	100	1000	1.70000	0.6	-0.00027

<표 8> Etching Factor에 대한 반응 결과

일반 선형 모형: ef 대 solvent, Kerosene

요인 유형 수준 값
 solvent 고정 2 100, 1000
 Kerosene 고정 2 100, 1000

ef에 대한 분산 분석 (검정을 위해 수정된 제곱합을 사용)

출처	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
solvent	1	0.0126303	0.0126303	0.0126303	30.24	0.005
Kerosene	1	0.0017740	0.0017740	0.0017740	4.25	0.108
solvent*Kerosene	1	0.0005689	0.0005689	0.0005689	1.36	0.308
오차	4	0.0016709	0.0016709	0.0004177		
전체	7	0.0166441				

Solvent와 E.F는 상관성이 있음.

S = 0.0204385 R-제곱 = 89.96% R-제곱(수정) = 82.43%

<표 9> 표면조도에 대한 반응 결과

일반 선형 모형: ra 대 solvent, Kerosene

요인 유형 수준 값
 solvent 고정 2 100, 1000
 Kerosene 고정 2 100, 1000

ra에 대한 분산 분석 (검정을 위해 수정된 제곱합을 사용)

출처	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
solvent	1	0.36125	0.36125	0.36125	12.57	0.024
Kerosene	1	0.00125	0.00125	0.00125	0.04	0.845
solvent*Kerosene	1	0.01125	0.01125	0.01125	0.39	0.566
오차	4	0.11500	0.11500	0.02875		
전체	7	0.48875				

Solvent와 표면조도(Ra)는 상관성이 있음.

S = 0.169558 R-제곱 = 76.47% R-제곱(수정) = 58.82%

<표 10> 이물질 함량에 대한 결과

일반 선형 모형: sub-g 대 solvent, Kerosene

요인 유형 수준 값
 solvent 고정 2 100, 1000
 Kerosene 고정 2 100, 1000

sub-g에 대한 분산 분석 (검정을 위해 수정된 제곱합을 사용)

출처	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
solvent	1	0.004089	0.004089	0.004089	0.62	0.475
Kerosene	1	0.000397	0.000397	0.000397	0.06	0.818
solvent*Kerosene	1	0.001170	0.001170	0.001170	0.18	0.695
오차	4	0.026326	0.026326	0.006582		
전체	7	0.031982				

용매와 PVC, 기타 설비에서 예상되는 이물질의 유의차는 없음.

S = 0.0811269 R-제곱 = 17.68% R-제곱(수정) = 0.00%

위의 효과 분석을 통하여 용매제로 인한 에칭공정의 영향도는 Etching Factor와 표면 조도(Ra)가 영향을 받는 것으로 판명되었고, 그에 대한 기준 설정을 하기로 하였다.

기술적 분석에서 Etching Factor와 Ra는 서로 상관관계가 있는 것으로 나타났다. 그리고 염화철 재생공정의 용매제를 사용한 후, 입고품질의 수입검사에서 관리항목을 단일화 시켜 양산관리의 효율화를 기하고자 하여 두개의 X인자 중 MANOVA 분석을 통하여 단일 관리 인자를 선정하기로 하였다(<표 11>참조).

<표 11> MANOVA 분석 결과

일반 선형 모형: ef, ra 대 solvent, Kerosene

solvent에 대한 MANOVA

s = 1 η = 0.0 n = 0.5

기준	검정 통계량	F	수	DF	P
윌크스의 검정	0.10948	12.202	2	3	0.036
Laijey-Hotelling	8.13438	12.202	2	3	0.036
Pillai의 방법	0.89062	12.202	2	3	0.036
Roy의 방법	8.13438				

Kerosene에 대한 MANOVA

s = 1 η = 0.0 n = 0.5

기준	검정 통계량	F	수	DF	P
윌크스의 검정	0.46154	1.750	2	3	0.314
Laijey-Hotelling	1.16667	1.750	2	3	0.314
Pillai의 방법	0.53846	1.750	2	3	0.314
Roy의 방법	1.16667				

solvent+Kerosene에 대한 MANOVA

s = 1 η = 0.0 n = 0.5

기준	검정 통계량	F	수	DF	P
윌크스의 검정	0.59391	1.028	2	3	0.457
Laijey-Hotelling	0.68546	1.028	2	3	0.457
Pillai의 방법	0.40669	1.028	2	3	0.457
Roy의 방법	0.68546				

분석된 결과에 따라, Etching Factor의 기존 양산수준 확보 및 표면 조도 관리를 위한 적정 인자를 선정함으로써, Solvent 함유량을 염화철 재생공정의 제조단가와 연계하여 100ppm으로 결정하고, Kerosene은 상대적 기준인 1000ppm으로 설정하여 6개월간의 생산 특성을 Monitoring한 결과 기존 양산품질과 유의차이가 없었으며, 협력사의 제조공정에서 인자 관리 및 수입검사 항목의 단일화를 꾀하고 측정 장비의 표준화를 실시하여 원재료 VE(Value Engineering)성가로 개발 경비를 포함한 기존 제조경비의 65%를 획기적으로 절감할 수 있게 되었고 연간 절감금액으로 21억원의 개선효과로 경영활동에 기여하였다 (<표 12>참조).

<표 12> 원가절감효과 모니터링 결과표

구분명	실질 제목	사	현수준	목표수준	월																비고	
					01T	02	03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	01T	02				
원가절감(EPIC) 실적	Nippon(EPIC)발판대 교체	3x(선동)계차	037	020	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	49억 8천 원	
		비동판대계차본소구입대량화	4820D	400	200원	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	
		Nippon(EPIC)Spec 조정	EP(W)q	52Wq	118Wq	00	00	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	교수'업상'계차'에'구입'기'대량'소구'입'대'량'화
	자동차용(EP)계차		EP(W)q	118Wq	50Wq	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	12	12	20	20	00	00	폐액 절감
	반도체용(EP)계차	단부(Coupler)계차(3in)	계차(E)Wq(q)(q)	480q(q)	139q(q)(q)	00	00	00	00	00	00	01	01	01	01	01	01	01	01	01	01	단부
		AR형스피드도어발판대Pr 조개선	계차(E)Wq(q)(q)	130q(q)(q)	160q(q)(q)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	선배구입Pr코스 개선
S계차(EP)Scale Wicher 적용		계차(S)Wq(q)(q)	11.1q(q)(q)	100q(q)(q)	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	Scale Wicher	
SMPOT계차(EP)계차발판대구입(EP)계차		Ncom	1300	600	00	00	00	00	00	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	02	계차구입(EP)계차	
SMPOT계차(EP)계차발판대구입(EP)계차(EP)계차(EP)계차		EP(W)q	6Wq	2Wq	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	SMPOT계차(EP)계차	
O(Pr)계차(EP)계차(EP)계차(EP)계차(EP)계차(EP)계차(EP)계차		EP(W)q	8Wq	3Wq	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	00	AK(EP)계차(EP)계차	
TIL					03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	03	
TIL(목표)					03	07	09	08	11	12	16	18	18	30	30	30	38	38	38	38	38	
TIL(실제)					09	12	22	17	29	34	35	40	46	61	65	81	81	81	81	81	81	

IV. 결론

결과적으로, 앞의 Project 활동을 통하여 원재료인 염화철 투입량을 5%가량 절감할 수 있었으며, 폐액 처리량의 감소 및 재활용률을 높여 친환경활동에도 크게 기여할 수 있게 되었다.

종래부터 기업경영의 효율화를 위하여 제시되어온 ZD, TPM, IE, VE, JIT 등 여러 가지 현장개선활동 기법들과 비교할 때, 6 시그마 혁신활동은 기업현장의 문제를 통계적 문제로 전환하여 통계적 판단과 혁신추진자의 실무적 관점에서 객관적이며 효과적인 해결안을 제시할 수 있다는 장점을 지니고 있다. 이러한 혁신활동은 기업의 경쟁력을 높이고, 지속적인 성장과 발전을 추구하기 위한 견인차로서의 역할을 충실히 할 수 있을 것이다. 그러나 경험적으로 볼 때, 6 시그마 혁신활동은 생산 공정의 안정화나 기존 공정의 개선 또는 재설계(Redesign)에는 상당히 강력한 Tool로 사용될 수 있지만, R&D 분야의 신기술 개발 또는 공정혁신 등에 대한 적용은 의외로 6 시그마 기법을 적용하기 쉽지 않다고 본다. 앞으로, 6 시그마 기법을 활용하여 신기술개발, 변혁프로그램실현 등에 적용한 성공사례들이 많이 소개되어 6 시그마 활동이 명실상부한 기업의 총체적 혁신활동의 주축으로 자리 매김 할 것을 기대해 본다.

참고문헌

- Douglas P. Mader(2002), "Design for Six Sigma", *Quality and Reliability Engineering International*.
- Rovert G. Cooper(1996), *Winning at New Product*, McGraw Hill.
- Six Sigma Qualtec(2000), *Six Sigma Black Belt Training*.
- The Juran Institute(2001), *The Six Sigma Basic Training Kit*, McGraw Hill.
- 고두균 외(2000), 「6시그마경영 이해와 적용」, 한국생산성본부.
- 김태규 외(2000), 「한국적 6시그마 품질혁신 활동 교재」, 한국표준협회.
- 박성현(2002), 「현대 실험계획법」, 민영사.
- 박우중 외(2004), "Big Y 전개를 통한 Yield 향상", 「2004년 추계학술발표회 발표문집」, 한국품질경영학회.
- 안종석 외(2002), "화학반응 공정에서의 공정조건 및 허용차설계", 「품질경영학회지」, 제30권 제1호, pp. 97-117.
- LG Learning Center(2002), 「Sigma Black Belt 과정 Manual」.
- LG전자(2002), 「Six Sigma Black Belt 양성교재」.
- 이레테크(2003), 「Minitab 실무 완성」.
- 심환보 외(2002), 「염화철의 중금속 분리공법」, 인시투테크.
- 한국능률협회 컨설팅(2001), 「6시그마 품질달성을 위한 시스템 구축과정 Manual」.