

# 개발분야의 6시그마와 TRIZ 연계를 통한 새로운 경영혁신 전략

안영수\* · 황인극\*\*†

\*삼성전자 수석 연구원

\*\*공주대학교 공과대학 산업시스템공학과

## A New Management Innovation Strategy Through 6sigma for R&D linked with TRIZ

An Young Soo\* · Hwang Inkeuk\*\*†

\*Samsung Electronics Co., Ltd

\*\*Dept. of Industrial and Systems Engineering, Kongju National University

Six Sigma emphasizes KPI and establishes the present level as well as the goal level through statistical calculation and tries to achieve management innovation through process improvement. But in the area of new product development or service, sufficient data for statistical measurement may not be secured. On the other side, looking for contradictions through problem analysis, TRIZ is a methodology that stresses the process of solving these problems. TRIZ also has its own problems: it is hard to define its initial task, to objectify the measurement of effect, and to optimize the drawn out idea.

The purpose of this report is to give a comprehensive understanding about each methodology (Sigma Six and TRIZ) through its analysis, to confirm the need of linking both methodologies, and to suggest a model for this linking process. Also, they will be verified through examples, and the synergy effect will be discussed.

**Keywords :** Six sigma, Triz, Innovation

### 1. 서 론

인터넷과 디지털 기술의 발달로 인해 어느 때보다 시장에서의 경쟁은 심화되고 있다. 이런 극심한 경쟁에서의 절대적 우위의 경쟁력 확보를 위해 각 기업은 전사적으로 전반적인 경영혁신 활동을 수행하고 있는데, 그 대표적인 예가 6시그마이다. 국내에 1990 후반부터 시작한 6시그마는 개발, 제조, 사무 간접 부문을 포함하여 기업 전체적으로 추진 확대되었으며, 그 결과 이제는 기업경영 혁신 문화의 하나로 자리 잡고 있다. 그러나 많은 6시그마 프로젝트가 발굴되고 추진되면서 6시그마

방법론의 어려운 점과 취약부분이 도출되고 있으며, 이러한 요인들로 인해 6시그마 과제 추진에 대해 부정적인 의견이 제시되고 있다. 예를 들면 6시그마는 KPI를 중요시 하며 이에 대한 통계적 산출을 통한 현재 수준과 목표 수준을 설정하고 이를 프로세스 개선을 통하여 경영 혁신을 이루고자 한다. 그런데 신제품 개발과 사무 간접부분에서는 통계 수치를 적용 및 분석할 만한 충분한 DATA 확보가 어려운 경우가 존재한다. 따라서 Data 확보가 어려운 경우는 과제 추진을 회피하는 경향이 발생하게 된다. 또한 DOE (Design of Experiments)와 같은 최적화를 통한 개선 결과가 목표를 만족하지 못할

경우 이에 대한 대응책 마련이 어려운 경우도 발생되기도 하는데, 이에 대한 뚜렷한 대응책을 제시하지 못하고 있다

반면 TRIZ는 문제분석을 통한 모순을 찾아내어 이를 해결하는 Process에 역점을 두는 방법론으로 알트슐러와 그의 동료에 의해 수십만 건의 특허를 분석하는 과정에서 시대와 분야를 막론하고 동일한 유형의 문제가 반복되고 있으며, 이를 해결하는 방법 역시 동일하다는 것을 규명하여 이를 체계화하였는데, 현재 핵심기술 개발 및 창의적 문제 해결 방법론으로 각광받고 있다. 그러나 TRIZ 역시 문제점을 가지고 있는데, 그것은 초기 과제 정의가 어렵다는 것과 효과산출을 어떻게 하면 객관화 할 수 있을 것인가 그리고 도출된 아이디어를 최적화 하는 방법론이다.

특히 R&D 분야 측면에서 생각해 볼 때, 하나의 방법론만으로는 모든 과제 해결을 위해 일괄적으로 적용 시키는 것은 모순이며, 경영기법간의 연계를 통한 경영효과 극대화가 필요하다.

이 논문에서는 6시그마와 TRIZ 방법론 분석을 통한 각 방법론의 이해를 높이고, 이를 바탕으로 서로 방법론간의 연계의 필요성을 확인 및 방법론 간 연계를 위한 연계 프로세스 모델을 제시하고, 제시된 모델의 타당성을 확인하기 위해 사례를 통한 검증과 그 시너지 효과를 제시하고자 한다.

## 2. 6시그마 와 TRIZ 방법론 분석

### 2.1 6시그마 방법론

#### 2.1.1 6시그마의 탄생과 동향

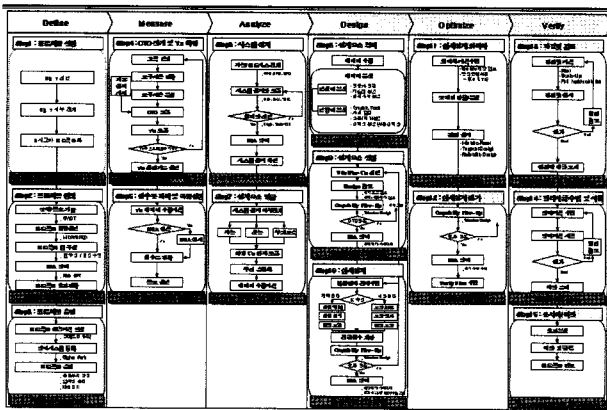
1970년대까지만 해도 만들면 팔리는 생산자 위주의 시장에서 미국은 생산성과 대량생산을 앞세우며 시장을 주도했다. 그러나 생산이 수요를 초과하고 시장의 주도권이 소비자에게 넘어가면서, 소비자들은 질 좋은 상품을 찾게 되었다. 일본은 2차 대전 이후 꾸준히 선진 품질기술 배우고 발전시키면서, 관리도(SPC), 전사적 품질관리(TQC), 도요타 생산방식(TPS) 등을 적용해 품질을 강조한 생산을 해 오고 있었다. 1980년대 일본에 의해 세계 시장에서 급속히 밀려나고 있던 미국기업들은 경쟁력 확보를 위한 대책을 찾기 시작했다. 능률만을 강조해 왔던 미국 기업들은 일본 기업의 품질 경영 기법을 배우기 시작했고, 모토롤라의 마이클 해리는 필립 크로스비의 무결점 개념을 일본 기업의 품질 경영을 접목하여 1987년 6시그마(Six Sigma)라는 이름으로 소개하였다. 품질의 중요성에 눈 뜬 미국 정부도 일본의 품질상인 데밍

상(賞)을 본 따 말콤 볼드리지상을 제정하고 모토롤라를 첫 번째 수상자로 뽑았다. 이 때부터 6시그마에 관심을 갖는 기업이 생겨, 텍사스 인스트러먼트, 레이슨 등 대기업들이 도입했고, 이어 얼라이드 시그널의 래리 보시디에게 6시그마를 소개 받았던 GE의 잭 웰치가 1995년부터 6시그마를 GE의 전 사업부문에 적용시키고 발전시키면서 세계적으로 널리 알려지게 되었다. 국내에서도 1990 후반부터 삼성, 현대, KT, LG, 포스코등 대기업을 중심으로 도입 확산 되었으며, 이제는 많은 중소기업에서도 도입하여 많은 경영성과를 나타내고 있다. 6시그마는 제품 및 서비스의 품질뿐만 아니라, 판매와 구매, 그리고 회계 등 경영의 모든 프로세스에 총체적으로 접근하며 문제를 해결하는 경영혁신 활동이다[1, 2].

#### 2.1.2 개발분야 6시그마(DMADOV)의 문제 해결 프로세스

개발 분야의 6시그마 추진 단계는 Define → Measure → Analyze → Design → Optimize → Verify의 단계로 구성되어 있으며, <그림 1>로 표현된다. 개발 분야의 Define 단계는 제조분야의 Define단계와 동일한 단계로써 6시그마 프로젝트를 선정하고, 프로젝트의 목표와 범위를 구체적으로 정의하는 단계이며, Measure단계는 고객을 정의하고 요구사항을 분석하고 프로젝트의 CTQ's 및 Y's를 확인하고 현수준을 파악하는 단계이다. 우선 측정 가능한 지표(Y)를 정의하여 데이터를 근거로 Y's의 현재 수준을 파악하고 설계목표를 설정한다. Analyze 단계에서는 시스템 설계안을 수립하고 잠재 인자를 도출하는 단계이며, 시스템 설계안을 수립하고 Risk를 평가하여 최적의 시스템 설계를 확정한다. 또한 최적의 시스템 설계로부터 잠재 X's 인자를 도출하여 우선 순위화 한다

<그림 1>와 같이 Design 단계는 핵심설계인자를 선정하여 이를 분석 상세설계를 확정한다. 우선 앞 단계에서 선정한 잠재 X's 인자 검증을 위하여 데이터를 수집/분석하고, 데이터의 분석결과를 토대로 핵심인자를 선정하며, 핵심인자의 성격을 분석하여, 상세 설계사양을 확정한다. 그리고 Optimize 단계에서는 강건설계를 통해 상세설계를 최적화하며, 생산성과 신뢰성을 포함한 종합적인 공정능력을 검증하는 단계이다. 상세 설계 시 반드시 양산을 고려하여 설계하며, 설계된 제품/서비스의 실제 적용 가능성을 확인한 후, 문제점을 개선하고, 이를 바탕으로 Verify 계획을 수립한다. 마지막 Verify 단계에서는 설계결과를 검증하고 문서화를 통해 프로젝트를 완료, 이관하는 단계이다. 가장 합리적으로 설정된 핵심인자의 최적조건 및 공차가 양산 시에도 적합한지를 확인하고, 그 결과를 문서화 및 표준화하여 향후에도 지속적으로 관리될 수 있는 관리계획을 수립한 후 양산이관하고 프로젝트를 완료한다.



<그림 1> DMADOV 추진 로드맵

<표 1> 발명의 5가지 분류<sup>(5)</sup>

수준	내용	
발명의 창조적 수준	1 수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 조금만 생각하면 해결 가능</li> <li>- 모순을 적극적으로 찾아내어 해결하는 것이 아님</li> <li>- 해당분야에서 누구나 쉽게 도달할 수 있는 해결책</li> <li>- 발명이라기보다는 실질적 변화가 없는 좁은 확장 및 개선</li> <li>- 시행착오 방법으로 도전시 1~10회 정도면 충분</li> </ul>
	2 수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 기존 시스템의 개선</li> <li>- 해당 산업분야의 지식을 이용</li> <li>- 시행착오 방법으로 도전시 10~100회 정도 필요</li> </ul>
수준	3 수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 모순이 해결됨.</li> <li>- 동일한 기술 분야에서 모순이 해결됨.</li> <li>- 시행착오 방법으로 도전시 100~1000회 정도 필요</li> </ul>
	4 수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 새로운 디자인, 개념을 제시</li> <li>- 해당 산업분야 밖의 지식을 이용하여 모순을 해결</li> <li>- 예전에 해당분야에서는 알려지지 않는 물리적 효과 사용</li> <li>- 시행착오 방법으로 도전시 1000~10,000회 정도 필요</li> </ul>
	5 수준	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 해결책이 동시대 과학적 지식 밖에 존재</li> <li>- 새로운 원리의 발견 및 응용</li> <li>- 시행착오 방법으로 도전시 10,000~100,000회 정도 필요</li> </ul>

2.2 TRIZ 방법론

2.2.1 TRIZ의 탄생 및 동향

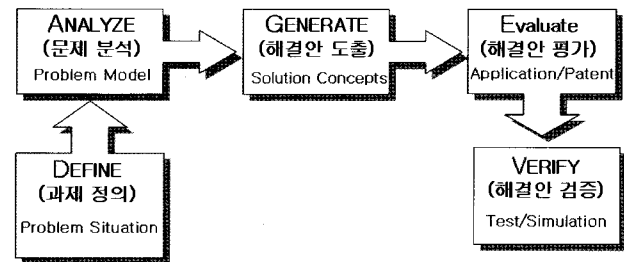
트리즈는 구소련의 기계공학 전공자인 알트슐러에 의해 1946년에 의해 시작되었고, 발명문제 해결이론이라고도 한다. 트리즈는 알트슐러와 그의 동료들이 수백만 건의 특허를 분석하면서 발명의 원리를 발견하게 되었다. 첫째는 문제해결의 규칙성으로 시대와 분야를 막론하고 동일한 문제가 제기되고 동일한 문제해결 원리가 반복적으로 활용된다는 것이다. 둘째는 기술 시스템 진화의 규칙성으로 서로 다른 기술 분야를 막론하고 기술시스템은 일정한 법칙과 경향에 따라 진화/발전한다는 것이다. 따라서 일반 사람들도 이러한 규칙을 배운다면 누구나 발명을 할 수 있다는 것이다. TRIZ 초기에는 경제적으로 힘들었던 소련의 경제 시스템 안에서 어려운 기술 문제에 도전하는 엔지니어를 도와주었으며, 소련의 해군, 항공, 그리고 방위산업에 널리 사용되었다. 그러나 1984년 “Creative as an Exact Science, Gordon and Breach”의 알트슐러의 책이 서방에서 출판되면서, 서방세계에도 알려지게 되었다. 알트슐러는 수백만 건의 특허를 분석하면서 발명을 5가지 분야로 분류 하였다. 5가지 분류에 대한 설명을 <표 1>에 표현 하였다[3, 4].

알트슐러는 특히 2수준, 3수준, 4수준에 주목하였는데 누구나 위에서 언급한 문제해결의 규칙성과 기술 시스템 진화의 규칙성과 프로세스를 학습하여 적용한다면 창의적 발명을 할 수 있다는 것이다. 이러한 TRIZ 방법론은 지금은 세계 우수 기업에서 신제품 개발 및 문제해결의 방법론으로 사용하고 있다. 국내에도 1990년 후반 도입되어 LG, 삼성, 포스코 등 대기업 위주로 적용되고 있다[3].

2.2.2 TRIZ의 문제해결 프로세스

TRIZ도 6시그마의 DMAIC처럼 효율적으로 문제 해

결을 전개하기 위해 DAGEV <그림 2>를 사용하여 전개한다.



<그림 2> TRIZ 문제 해결 프로세스<sup>(7)</sup>

Define 단계는 문제 상황 기술과 시스템 구조 등 프로젝트를 정의하고, 프로젝트 범위를 결정하고 추진일정 및 팀원 구성을 포함 프로젝트 전반을 기획, 기대 효과를 나타낸다. 그리고 Analyze 단계에서는 RCA(Root Cause Analysis)와 기능 분석을 통하여 프로젝트의 기술적 모순을 도출하고 기술적 모순에 대한 이상해를 정의하고, 또한 물리적 모순을 도출하고 이에 대한 이상해를 정의하고, 활용 가능한 자원 분석 및 물질-장 모델 분석을 통하여 1차 해결안을 도출한다. Generate 단계에서는 자원 분석 활용 및 발명의 원리와 분리의 원리 및 76가지 표준해 등 TRIZ Tool를 활용 2차 해결안을 도출하고, 해결안 리스트 및 도출방법을 정리한다. Evaluate 단계에서는 이 단계에서는 앞 단계에서 제시된 해결안에 대한 적용 가능성과 특허 가능성을 분석하여, 최종적으로

현재 적용가능한 해결안을 선정 검증을 실시하고, 특히 가능한 해결안에 대해서는 특허를 추진한다. 마지막으로 Verify 단계에서는 Evaluate 단계에서 실시한 검증 결과를 분석하여, 해결안에 대한 유효성 여부를 확인하며, 특허 제출에 대한 출원 결과를 포함하여 마지막 과제 정리표를 정리함으로써 프로젝트를 마감한다.

### 3. 6시그마 와 TRIZ 연계 필요성

6시그마 적용이 확대되면서 많은 6시그마 프로젝트가 발굴되고 추진되고 있다. 그러나 많은 과제가 추진되면서 6시그마 방법론의 어려운 점과 취약부분이 도출되고 있으며, 이러한 것은 6시그마 과제 추진의 부정적인 의견으로 제시되고 있다. 또한 신제품 개발 및 창의적 문제해결 방법론으로 TRIZ 방법론이 제시되어 점차 확대 운영되면서 많은 과제가 추진되면서 이 부분에서도 취약부분이 도출되고 있다. 이와 같이 하나의 방법론으로는 모든 문제를 해결할 수 없기 때문에 방법론간 연계의 필요성이 점차 커지고 있다. 이러한 문제를 해결하기 위해서 이 장에서는 6시그마와 TRIZ 방법론 관점에서의 연계 필요성을 설명하고 추진 로드맵을 제시한다.

#### 3.1 6시그마 프로젝트 추진 시 TRIZ 방법론 연계 필요성

##### 3.1.1 Data 취합이 어려운 과제의 회피 시 TRIZ 과제로의 전환

6시그마의 특징 중 하나는 Data를 기반으로 한 과학적이고 체계적인 의사결정과 문제해결 방법이다. 그러나 Data 취합이 어려운 경우, 6시그마 과제 추진의 어려움이 있다. 특히 신제품/기술 개발 등의 프로젝트를 위한 DFSS (Design for Six Sigma) 추진하는 경우, 시간과 경비의 문제로 프로세스의 반복이 어려워 Data 취합이 힘들거나, Data 정의 자체가 어려운 경우가 많이 발생한다. 이런 경우 실체가 파악되지 않은 단계에서 성능평가나 문제점을 사전에 측정할 수 없어 6시그마 프로젝트 수행의 어려움이 발생한다. 이런 경우 과제 추진을 모순 선정으로부터 시작하여 TRIZ 과제로 전환하여 추진할 수 있다.

##### 3.1.2 최종 해결안이 목표달성 미달이거나 대안 부재 시 TRIZ가 해결책 제시

6시그마 과제 추진 시 Improve 단계에서 핵심인자에 대한 최적조건 설정 및 검증결과, 목표 달성이 안 될 경우, 핵심인자의 추가 도출과 최적조건을 추가로 설정하였음에도 불구하고 목표 달성이 안되는 경우가 발생

하면 추가 대안 선정이 어렵다. 따라서 이런 경우 TRIZ는 DOE와 같은 기존의 DATA 활용이 아닌 새로운 Concept의 해결책 제시가 가능하다.

##### 3.1.3 KPI가 서로 모순 발생시 TRIZ로 전환 근본적 해결 제시

6시그마 과제 추진 시, Measure 단계에서 KPI선정 및 이에 대한 현수준 파악을 한다. 그런데 KPI가 서로 상반된 성격 즉 생산 Capability를 높이기 위해 제품 검사 시간을 줄여야 하는데, 품질 향상을 위해서는 제품검사를 강화해야 하는 경우 등, 서로 모순의 KPI가 선정 되었을 때 기존에는 Trade-off에 의한 적정 수준에서의 목표를 선정 개선하였으나, 이것은 근본적인 해결책은 아니다. 따라서 이런 경우 TRIZ는 모순 해결로 근본적 해결책 제시가 가능하다.

#### 3.2 TRIZ 프로젝트 추진 시 6시그마 방법론 연계 필요성

##### 3.2.1 TRIZ 과제 추진시 Data 신뢰성 확보를 위한 6시그마 Tool 활용 필요

TRIZ 과제를 추진하는 경우, 현재 문제 파악과 해결안 도출 후 검증을 위한 Data 수집이 필요하다. 이는 부적합한 Data를 통한 현재 문제 분석과 해결안 검증의 오류를 발생할 수 있기 때문이다. 그러나 TRIZ에는 Data 수집의 Tool이 없다. 따라서 6시그마의 Data 수집계획 과 MSA와 같은 Data 수집의 Tool을 활용할 필요가 있다.

##### 3.2.2 TRIZ 해결안에 대한 최적 Point를 찾아야 함

TRIZ를 통해 해결안을 찾은 후, 경우에 따라 이를 최적 설계를 할 필요가 있다. 그런데 TRIZ에서는 이에 대한 Tool이 없다. 이런 경우 6시그마의 DOE와 같은 방법론 활용이 필요하다.

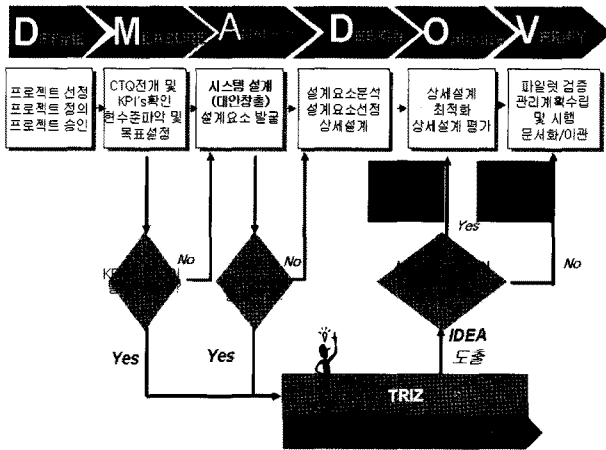
##### 3.2.3 TRIZ 효과 검증을 6시그마 재무성과 Tool로 보완 필요

TRIZ는 해결안을 찾는 것에 포커스 한다. 그러다 보니 특허 및 기술적 성과를 중시한다. 그러나 경영관점에서는 프로젝트에 대한 재무성과 측면을 더 중요시 하는 경우가 많은데, 이에 대한 검증 기능이 TRIZ로 해결하기에는 약하다. 따라서 이런 경우 6시그마의 특징 중에 하나인 재무성과 검증 기능과 사후관리 기능을 활용함으로써 효과검증을 극대화 할 수 있다.

#### 3.3 6시그마와 TRIZ 연계 프로세스

이 장에서는 6시그마 과제 추진을 전제로 하여 6시그

마+TRIZ 방법론 연계 프로세스를 전개한다. 즉, 앞 장에서 설명한 것과 같이 R&D 분야의 6시그마 추진 시 발생하는 문제점들을 해결할 수 있는 방법으로 6시그마 적용 시 문제가 되는 단계에서 TRIZ 사용을 제시하는데, <그림 3>는 6시그마 개발방법론 DMADOV와 TRIZ의 연계 프로세스를 나타내고 있다.



<그림 3> DFSS와 TRIZ 연계 프로세스

6시그마 DMADOV 프로세스에서 Measure 단계에서는 CTQ(Critical To Quality)의 지표인 KPI를 선정하고 이들의 상관관계를 확인하기 위해 QFD를 실시한다. 그런데 이들 KPI간 상관관계가 서로 음의(-) 상관관계 즉 한쪽이 좋아지면 다른 한쪽이 나빠지는 전통적인 모순 관계에 있는 상황이 발생할 수 있다. 이때는 모순 극복을 위한 TRIZ 방법론을 적용한다. TRIZ를 적용 새로운 해결안이 도출되고 해결안에 대한 최적화가 필요하다면 다시 6시그마의 상세설계 단계인 Optimize 단계를 거쳐 해결안의 최적화를 진행한다(DMATOV 프로세스). 만약 TRIZ 통해 도출된 해결안이 현장에 바로 적용가능하다면 바로 검증단계를 진행한다(DMATV 프로세스).

6시그마 DMADOV 프로세스에서 Analyze 단계에서 기존 해결안의 개선방법으로는 개선이 힘들고 새로운 Concept이 필요한 경우 TRIZ 방법론을 적용하여 새로운 해결안을 도출 할 수 있다. 이 경우 도출된 해결안에 대한 최적화가 필요하다면 다시 6시그마의 상세설계 단계인 Optimize 단계를 거쳐 해결안의 최적화를 진행한다(DMATOV 프로세스). 그러나 TRIZ 통해 도출된 해결안이 현장에 바로 적용가능하다면 바로 검증단계를 진행한다(DMATV 프로세스). 그리고 어떤 경우든 TRIZ 방법론을 통해 도출된 해결안의 검증을 위해서는 6시그마 방법론의 Data 수집계획과 최적 결과를 유지하기 위해 관리계획을 적용하여야 한다.

## 4. 6시그마와 TRIZ 연계 사례

### 4.1 개발과제의 6시그마와 TRIZ 연계 사례

A 전자 회사는 다양한 전자제품을 만들어 국내외로 판매하는 가전회사이다. 이 회사에서 이동식 메모리인 USB에 대하여 신제품을 개발하고자 한다. 이에 대하여 6시그마 프로젝트로 DMADOV 방법론을 활용하여 추진하였다. 그러나 Measure 단계에서 KPI 선정을 위한 QFD 분석결과 USB의 Discharge 성능 보증과 Design 경쟁력 확보가 가장 중요한 KPI로 분석 되었으나, 이는 서로 음의(-) 상관관계에 있는 것으로 분석되었다. 따라서 Measure 단계부터 TRIZ 방법론을 적용하여 모순을 해결하는 새로운 해결책을 도출 적용하였다

#### (1) 6시그마-Define 단계

USB의 시장 경쟁력 확보를 위해서는 차별화된 제품의 개발과 특성 및 품질확보가 되어야 한다. 따라서 이를 개발하기 위한 프로젝트가 추진되었다

#### (2) 6시그마-Measure 단계

새로운 USB개발을 위한 CTQ 분석과 KPI도출을 위해 VOC 분석결과를 바탕으로 QFD분석을 하였으며, 그 결과 USB의 선택의 가장 중요한 요소로 Design 과 외부 정전기로 부터의 Data의 안전성이 핵심 KPI로 선택 되었다. 그러나 이 두 개의 KPI는 <그림 4>에서 보는 것처럼 서로 음의(-) 상관관계에 있는 것으로 판단되어 TRIZ 과제로 추가 진행 되었다.

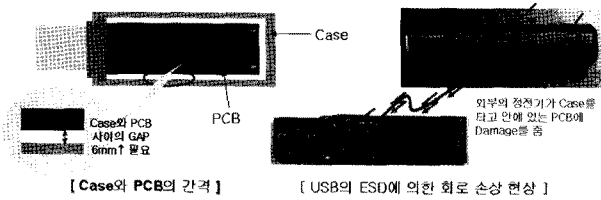
고객 요구사항	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1. 데이터 무결성 확보	9	8	7	6	5	4	3	2	1	0
2. ESD 방지 능력	8	7	6	5	4	3	2	1	0	0
3. ESD 방지 환경 구축	7	6	5	4	3	2	1	0	0	0
4. 케이스 구조	6	5	4	3	2	1	0	0	0	0
5. 케이스 내장	5	4	3	2	1	0	0	0	0	0
6. 케이스 표면 형태	4	3	2	1	0	0	0	0	0	0
7. 케이스 마감 처리	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0
8. 케이스 색상	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0
9. 무게 무게	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0
10. 케이스	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

<그림 4> QFD 실시 결과

#### (3) TRIZ-Define 단계

TRIZ 관점에서 모순 도출을 위한 문제기술을 다시 정의하였다. USB의 Case는 외부의 충격으로 부터 PCB기판을 보호하기 위해 사용되고 있다. 그러나 색상의 다양

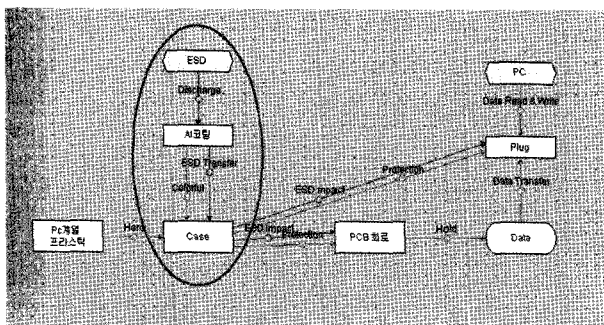
화 등 소비자의 요구 만족을 위해 Case 표면에 AI Painting을 하는데 이는 전도성을 갖게 되어 외부의 ESD가 Case를 타고 흘러 내부의 PCB에 Damage를 준다. 따라서 외부의 ESD 차단을 위한 새로운 Case 개발이 필요하게 되었다. 이때 ESD 차단을 위해서는 Case와 PCB의 GAP이 커야 한다. 그러나 이는 USB Size를 크게 하여 Design 경쟁력을 약화시키고, 동시에 여러 개의 USB를 적용할 수 없는 단점이 있다. 반면 Case와 PCB의 GAP을 작게 하면 Case Size를 작게 하여 Design 경쟁력은 향상되고, 동시에 여러개의 USB 적용이 가능하나, ESD차단을 충분히 하지 못해 PCB기판에 <그림 5>같이 Damage를 준다.



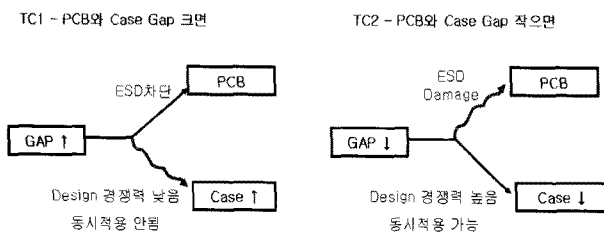
<그림 5> 과제 개요

(4) TRIZ-Analyze 단계

USB 부품 간 기능 분석을 통하여 <그림 6>처럼 기술적 모순을 도출하고, Trimming에 의해 개선 여부를 확인하였다. 기능분석 결과 Harmful한 기능의 발생 시작은 USB Case 자체와 AI코팅으로 AI코팅은 Design 경쟁력을 위해 변경불가하고, Case자체를 없앨 수 없어 Trimming 대상



<그림 6> 기능분석 결과



<그림 7> 기술적 모순

이 아닌 것으로 판단되어 프로세스 개선으로 문제 해결을 추진하기로 하였다. 기능분석을 바탕으로 기술적 모순을 <그림 7>와 같이 표현하였다.

- 기술적 모순 1(TC-1) : 만약 Case와 PCB의 GAP을 크게 하면 ESD차단 기능은 높으나, USB의 Size가 커지게 되어 Design 경쟁력은 낮아지고 동시에 여러 개의 USB 적용이 안된다.
- 기술적 모순 2(TC-2) : 만약 Case와 PCB의 GAP을 작게 하면 USB의 Size가 작게 되어 Design 경쟁력이 높고 동시에 여러 개의 USB 적용도 가능하나, ESD차단 기능이 적어 PCB기판에 Damage를 준다.
- 제약조건 : USB Size는 크게 하더라도 두께 9mm, 가로 40mm를 넘으면 안 된다. 이수치를 넘으면 동시에 두개 이상의 USB를 사용할 수 없다.

위의 기술적 모순 중에서 기술적 모순 2(TC-2)를 해결의 방향으로 선정하였다. 이는 PCB와 USB Case의 Gap을 작게하여 Design 경쟁력을 높이고 여러 개의 USB 적용이 가능하여야 경쟁 우위를 확보할 수 있기 때문이다. 따라서 GAP을 작게 하면서도 정전기로부터 PCB를 보호하기위한 해결안을 도출하기로 하였다.

기술적 모순 도출 후 40가지 발명의 원리를 활용 1차 해결안을 도출하였다. 해결과정은 아래 <그림 8>과 <그림 9>에 나타내었다

해결안은 40가지 발명의 원리 중 34 : 폐기 및 재생, 39 : 불활성 환경, 19 : 주기적 작용, 27 : 값싸고 짧은 수명이 선정 되었으며, <그림 9>와같이 39 : 불활성 환경을 이용 해결안을 도출하였다. 즉 USB 바깥쪽에 Ionization Air를 흐리게 하여 정전기를 중화하는 방법을 제시하였다. 자원분석을 통하여 작동시간(OT)와 작용공간(OZ)를 정의 하였다.

1) 정의

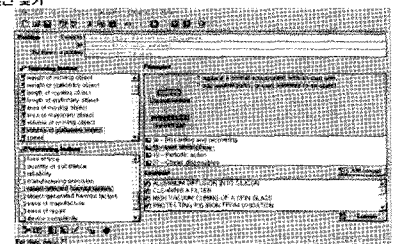
1	I want to	UFD의 Case Size를 작게 하여 Design 경쟁력을 높이고, 동시에 여러 개의 UFD를 사용할 수 있어야 한다
2	By	UFD의 Case와 PCB의 Gap을 최소화 한다
3	Which leads to a problem	ESD에 의한 UFD PCB의 Damage가 발생할 수 있다

2) 모순 Matrix

- Improving : UFD의 Case Size(접시상태의 물체의 부피)
- Worsening : ESD에 의한 PCB Damage(물체가 명함 받는 유해 인자)

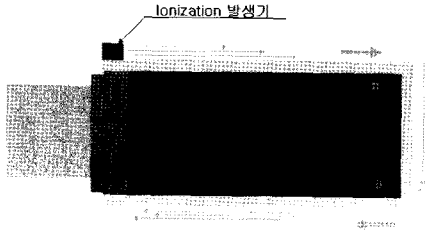
3) 개선 안 : 모순 해결을 이용한 해결안 찾기

- 34 : 폐기 및 재생
- 39 : 불활성 환경
- 19 : 주기적 작용
- 27 : 값싸고 짧은 수명



<그림 8> 발명원리 선정

Solution #1 : UFD Case를 규격내인 40mm로 제작한 후 Case 바깥쪽에 정전기를 중화 시키기 위한 Ionization Air를 흐르게 하여 ESD의 Damage를 중화 시킨다



<그림 9> 발명원리 적용 1차 해결안

- 시간자원(OT) : 외부의 ESD가 PCB에 Damage를 가하는 순간으로 정의 하였다.
- 공간자원(OZ) : 외부의 ESD가 Case를 타고 PCB에 Damage를 주는 Case 안쪽과 PCB 사이의 GAP으로 정의 하였다.

또한 물질장 분석과 이상해를 정의하였다.

- 이상해 : X 요소는 시스템을 복잡하게 하지 않고 추가적인 유해 작용 없이 OT <외부의 ESD가 PCB에 Damage를 가하는 순간> 시간 동안 OZ <Case와 PCB 사이의 No GAP에서>에서 PCB를 보호하기 위해 ESD를 중화 시켜야 한다.

또한 물리적 모순을 도출 하였는데 물리적 모순은 매크로 레벨과 마이크로 레벨로 도출하였으며, 다음과 같다.

- 매크로 레벨의 물리적 모순 : <외부의 ESD가 PCB에 Damage를 가하는 순간>에 <ESD Damage를 방지>하기 위해서는 <Gap이 있어야 하고>, <외부의 ESD가 PCB에 Damage를 가하지 않은 순간>에는 <Design 경쟁력과 동시에 여러 USB를 적용>하기 위해서는 <Gap이 없어야 한다>.
- 마이크로 레벨의 물리적 모순 : <외부의 ESD가 PCB에 Damage를 가하는 순간>에 <ESD Damage를 방지>하기 위해서는 <전도성 입자의 Path를 길게 하고>, <외부의 ESD가 PCB에 Damage를 가하지 않은 순간>에는 <Design 경쟁력과 동시에 여러 USB를 적용>하기 위해서는 <전도성 입자의 Path를 짧게 한다>.

물리적 모순은 분리의 원리를 활용 해결안을 도출하는데 <그림 10>같이 공간 분리의 원리를 활용 2차 해결안을 도출하였다.

기존의 특허 분석을 Effect기능으로 구분한 후 관련된

Solution Concepts : 공간 분리의 법칙

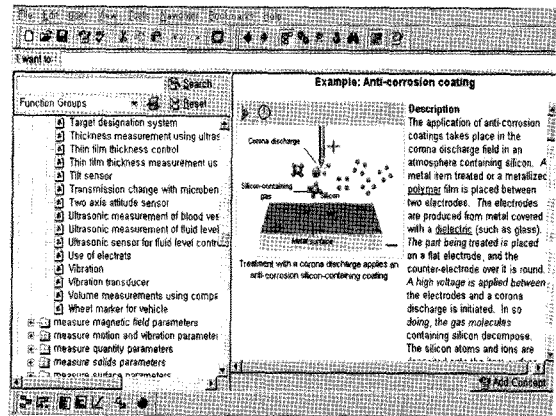
Solution #2 : Case의 바깥 부분과 안쪽의 재질을 다르게 구성



USB Case를 바깥부분과 안쪽부분으로 구분하여 분리 바깥부분 - Design 경쟁력강화를 위해 여러가지 색상을 나타내기 위해 AI Painting 된 PC계열의 엔지니어링 플라스틱 재질 사용 안쪽 부분 - 외부의 ESD가 바깥부분의 전도성 재질에 의해 전도된 후 PCB에 Damage를 주지 않도록 안쪽의 재질은 대전 방지용 재질의 엔지니어링 플라스틱 재질 사용

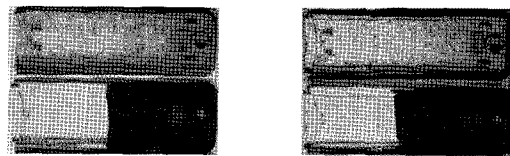
<그림 10> 분리의 원리를 적용한 2차 해결안

Solution Concepts : Effect - Anti-corrosion coating



<그림 11> 관련된 Effect 효과

Solution #3 : UFD Case 안쪽에 대전방지용 도금 실시



< 은도금 >

< 동도금 >

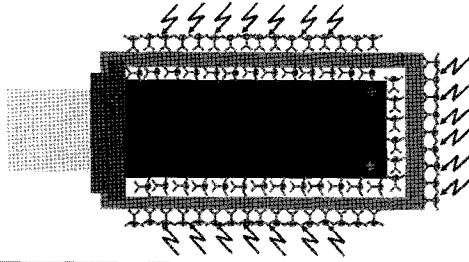
•USBCase 안쪽에 전도성이 우수한 은 또는 동도금을 함으로써 ESD를 중화시킨다  
•예상 Risk : 도금은 각각의 Case를 실시하여야 함으로 금형 사출 후 진행하여야 하는 번거로움이 있고, 도금 추가로 인해 제조원가의 상승 우려됨.

도금재질	도금액	기타
은	***원	*각각 2개씩 Sample를 제작하여 평가결과 ESD 양호함.
동	***원	

<그림 12> Effect 효과를 적용한 3차 해결책

기술을 찾은 후 3차 해결책을 도출하였다. <그림 11>은 찾은 Effect 효과의 사례를 보여 주고 있다. 관련된 Effect 기능은 Anti-corrosion coating으로 대전 방지용 코팅을 실시하는 것이다. <그림 12>은 실질적으로 이를 적용한

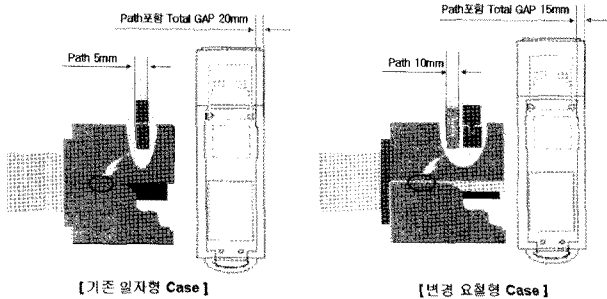
Solution Concepts : 작은 사람 모델



작은 사람들이 외부의 ESD가 발생 하였을때는 PCB를 보호하기 위해 Gap를 키워 전도성 입자의 Path를 길게 하고, USB Case 전체 Size로는 Design 경쟁력 및 동시적용 USB를 증가하기 위해 Gap를 작게 하여야 한다.

<그림 13> 작은 사람 모델

Solution #4 - UFD Case를 상하 일자형 Case에서 요철 구조 Case로 변경하여 Case Size는 40mm이내를 유지하면서 ESD의 경로 Patch를 10mm이상 유지



<그림 14> 작은 사람 모델을 적용한 4차 해결안

해결책 3이다. <그림 13>는 트리즈에서 가장 나중에 적용된 Tool로써 작은 사람이 문제해결을 위한 활동을 하는 것으로 가정하여 해결안을 제시하는 방법이다.

<그림 14>는 작은사람 모델 Concept을 이용 실제 해결안을 도출한 것으로 USB Case를 상하 일자형 Case에서 요철 구조 Case로 변경하여 전체 Size는 그대로 유지하면서 전도성 입자의 Path를 길게 하였다.

5) TRIZ-Generate 단계

이 단계에서는 도출된 해결안에 대한 도출과정과 적용된 TRIZ 방법론을 <표 2>과 같이 정리하였으며, <표 3>와 같이 도출된 해결안 평가를 통하여 현장에 바로 적용할 수 있는 해결안과 특히 출원이 가능한 해결안을 선정 하였다. 위와 같이 해결안 평가를 통하여 <해결안 3>과 <해결안 4>에 대한 양산성 및 개선 효과 검증 실시하였으며, 특히 <해결안 4>에 대해서는 특허 출원을 하였다.

6) TRIZ-Evaluate 단계

Generate 단계에서 도출한 해결안중 양산성 및 효과 검증을 위한 해결안의 효과를 검증하였다. 우선 <해결

안 3>에 대한 검증을 아래 <표 3>같이 실시하였으며, <해결안 4>에 대한 검증을 <표 4>같이 실시하였다.

7) TRIZ-Verify 단계

최종적으로 위의 두 개의 해결안에 대하여 검증 결과 두 개 모두 효과가 있는 것으로 판단되었으나 <해결안 3>이 <해결안 4>에 비해 투자비 및 제조의 번거로움은 있어 최종적으로 <해결안 4>을 적용하기로 하였으며, <해결안 4>를 적용함으로써 예상되는 개선 효과는 67억 정도였다.

8) 6시그마-Verify 단계

6시그마 Verify 단계에서는 최종 해결안에 대한 양산 적용 후 지속적으로 관리될 수 있는 관리계획을 <표 5>와 같이 수립 하고 프로젝트를 완료 하였다.

5. 결 론

최근 기업의 경영혁신은 어느 특정 방법론에 의한 경영 혁신이 아니라 혁신에 도움이 되는 모든 방법론을 서로 연계하여 적용하고 이를 자기 기업에 맞게 체질화 하여 적용하고 있다. 따라서 본 논문에서도 이러한 방법론간 연계의 일환으로 현재 가장 많이 적용되고 있는 6시그마 방법론과 최근 화두가 되고 있는 창의성 개발의 대표적 방법론인 TRIZ의 연계 프로세스를 제시 하였다. 우선 6시그마 방법론과 TRIZ 방법론의 차이점과 특징을 살펴봄으로써 6시그마 방법론과 TRIZ 방법론의 연계 필요성을 확인 하였는데 6시그마 프로젝트 추진시 TRIZ 방법론 연계의 필요성은 다음과 같다.

- 첫째 : Data 취합이 어려운 과제의 회피시 TRIZ 과제 전환
- 둘째 : 최종 해결안이 목표달성 미달이거나 대안 부재시 TRIZ가 해결안제시.
- 셋째 : KPI가 서로 모순 발생시 TRIZ 과제로 전환 근본적 해결 제시

<표 2> 도출 해결안 리스트(도출안 순서)

	Solution Concepts	Methodology
1	Ionization 설치	모순 매트릭스-불활성 환경
2	Different material	공간의 분리 활용
3	대전 방지용 도금	Effect-Anti-corrosion coating 활용
4	Case 구조 변경(일자형 → 요철형)	Small smart people 활용



<표 3> 해결안 평가

#	Practical Solution	Application			Patents	
		Viewpoint	Test? (Yes or No)	Schedule (Yes 시)	Viewpoint	Schedule
1	Ionization 설치	ESD의 Damage를 없앨 수 있으나, 설치가 힘들고, 설치비가 많이 들어간다.	No	-	No	-
2	Different material	Cass를 바깥 부분과 안쪽으로 분리하여 안쪽은 대전 방지용 엔지니어링 플라스틱 재질 사용안으로 두가지 재질 사용으로 제조원가 상승 우려	No	-	No	-
3	대전 방지용 도금	재질변경 대비 제조원가 상승은 적으나 도금에 따른 원가 상승 및 Case 제작의 번거로움 발생 우려	Y	○○년 ○○월	No	-
4	Case 구조 변경 (일자형→요철형)	새로운 금형을 제작하여야 한, 대량생산에서는 원가상승 면에서는 가장 저렴함.	Y	○○년 ○○월	의장 특허 출원 가능	○○년 ○○월

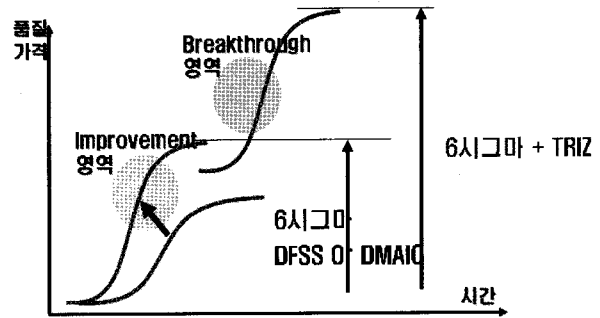
<표 4> 해결안 3의 검증 결과

구분	SAMPLE 수	시험기관	TEST 결과
은 도금	5EA	ESD/EMI 인증 시험소	PASS
동 도금	5EA		PASS

반면 TRIZ 프로젝트 추진시 6시그마 방법론 연계의 필요성은 다음과 같다.

- 첫째 : TRIZ 과제 추진시 Data 신뢰성 확보를 위한 6시그마의 Data 수집 계획등 6시그마 Tool 활용 필요
- 둘째 : TRIZ 해결안에 대한 최적 Point를 찾을 필요가 있을때 DOE와 같은 6시그마 Tool 적용
- 셋째 : TRIZ 효과 검증에 6시그마의 재무성과 검증 기법 활용

6시그마와 TRIZ 연계 필요성을 확인 후 6시그마와 TRIZ 연계 프로세스를 제시 하였다. 먼저 개발 분야인 DMADOV 6시그마 방법론과 TRIZ의 연계 방법론으로는 <DMTOV 프로세스>, <DMTV 프로세스>, <DMATOV 프로세스>, <DMATV 프로세스>를 제안하였다. 또한 각 프로세스별 연계 사례를 통하여 방법론간에 효과 극대화를 검증 하였다.



<그림 15> 6시그마와 TRIZ연계 시너지 효과

마지막으로 6시그마와 TRIZ연계의 시너지 효과를 <그림 15>과 같이 나타낼 수 있는데, 일반적인 기술 발전은 초기 태동기를 거쳐, 성장기와 정체기와 같은 “S” Curve를 나타낸다. 기존 기술 범위에서의 최적화 및 개선, 발전은 6시그마의 DMADOV와 DMAIC를 통해 가시적인 성과를 이룰 수 있다. 그러나 기술 개념의 변화를 가져가야 되는 경우, 또는 기술의 정체기 단계에서 기존 개념을 뛰어 넘는(Breakthrough) 기술 전환의 단계에서는 창조적 발상의 전환이 필요하며 TRIZ 연계를 통해 이에 대한 해결안을 제시할 수 있다. 그러나 기술 전환 후 성장기 단계를 통한 기술의 비약적인 발전을 위해서는 다시 6시그마의 연계가 필요하다. 따라서 6시그마와 TRIZ 연계 프로세스를 통하여 기업의 경쟁력을

<표 5> 해결안 3의 검증 결과

No	관리항목	Spec.	단위	측정방법	측정주기	기록 방법	판단기준	조치 사항	담당자
1	Case 재질	ABS	.	자재 입고시 ESD 측정	자재 입고일 기준	자재입고 대장 및 QA 점검 일지	동작 Air 8kV 비동장 Air 15kV	재질 변경시 생산 Drop 및 원인 확인	○○○ ○○○
2	Case Point	AL 성분	%						
3	Case 구조 변경 여부	.	.				육안 검사	금형 변경 확인	

더욱 강화할 수 있으리라 판단된다.

### 참고문헌

- [1] Montgomery, D. C. and Woodall, W. H.; "An Overview of Six Sigma," *International statistical review*, 76(3) : 329-346, 2008.
- [2] Xingxing Zu, Fredeudall, L. D., and Duuglas, T. H.; "The evolving theory of quality management : The role of Six Sigma," *Journal of operations management*, 26(3) : 630-650, 2008.
- [3] 김효준, 정진하, 권정휘; *Theory of Inventive Problem Solving Triz*, 지혜, 2004.
- [4] Moehrle, M. G.; "What is Triz? From conceptual basics to a framework for research," *Creativity and Innovation Management*, 14(1) : 3-13, 2005.
- [5] [www.mazur.net/triz/index.html](http://www.mazur.net/triz/index.html).
- [6] 안영수; "6시그마와 TRIZ 연계를 통한 경영혁신 전략", 석사학위논문, 공주대학교, 2009.
- [7] 삼성전자, *TRIZ 교안*, 2005.
- [8] 황인극, 안영수, 정락채; "기업에서의 TRIZ 기법을 이용한 혁신 전략", *한국산학기술학회*, 9(5) : 1453-1459.