

트리즈 기법을 활용한 삼성전자의 TFT-LCD 기술혁신 사례연구

반병섭*
¹한양대학교 경영학과

Case study of SAMSUNG TFT-LCD Technology Innovation using TRIZ method

Byeong-Seob Ban^{1*}

¹Department of Business Administration, Hanyang University

요약 TFT-LCD 패널 제조 산업에서 삼성전자는 후발기업으로써 선발기업인 일본의 샤프를 추월하여 선도하고 있다.

트리즈 시스템 분석을 활용하여 디스플레이 산업은 노트, 모니터, TV & 모바일 제품 시장으로 변화를 하였으며 시장(고객)의 요구속성도 변화를 함을 제시하였다. 또한 삼성의 TFT-LCD 기술 중 빠른 응답 기술 혁신 사례를 제시하였다. 예를 들면, 응답속도 개선을 위해 기존 사용하고 있는 액정 혼합물에 트리즈의 모순성, 물질-장 방법 등을 활용하여 개발된 고복굴절률 액정물질을 첨가하여 광시야 각, 빠른응답 특성을 갖는 신규 액정 혼합물을 개발하였다. 새로운 액정혼합물의 응답속도는 60%정도로 단축 개선되었다(기존 액정 사용 시 16 ms, 새로운 액정혼합물 사용 시 10ms).

Abstract In the TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display) panel manufacturing industry, SAMSUNG, a late entry, can catch up to leading first mover, SHARP. The changes the note, monitor, TV, and mobile markets in the TFT-LCD industry were studied using a system analysis method. In addition, the fast response time technology in SAMSUNG TFT-LCD technology was developed using the TRIZ method. For example, a new liquid crystal mixture of a wide view angle and fast response time were developed by doping a new high birefringence liquid crystal material in a base mixture using the contradiction method and substance-field method of TRIZ. The response time of a new liquid crystal mixture was improved to approximately 60%(16.2ms with base LC mixture, 9.8ms with a new LC mixture).

Key Word : Contradiction, Substance-Field Method, TRIZ, TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)

1. 서론

TFT-LCD(Thin Film Transistor-Liquid Crystal Display)패널 제조 산업에서 후발기업인 삼성전자는 90년대 진입하여, 선발기업인 샤프(SHARP)를 추격하여 추월하는데 10년도 걸리지 않았고, 추월하여 10년 이상을 선도 유지하고 있다[1].

2013년 제4회 트리즈 컨퍼런스 기초연설에서 삼성디

스플레이 사장 김기남은 “개인이 달성할 수 있는 업적에는 한계가 있습니다. 집합적 창의성을 도모하는 데 가장 효율적인 게 트리즈(TRIZ)예요. 삼성디스플레이 전 직원이 트리즈를 통해 의사소통하고 신제품 개발에도 활용한다.”고 말했다.

황인극, 안영수, 정락재 등은 트리즈 기법을 이용한 기업 혁신전략에 의하면 6시그마가 일하는 방식 즉 고객의 요구사항을 바탕으로 문제를 파악하는 방법이라면 트리

본 연구는 2013 글로벌 트리즈(GTC2013) 학회에서 발표된 내용을 수정 보완한 내용입니다. 발표과정에서 한국산업기술대학의 이경원 교수, GEN3 partners SIMON S. LITVIN, ph.d 등의 유익한 조언에 감사드립니다.

*Corresponding Author : Byeong-Seob Ban(Hanyang Univ.)

Tel: +82-10-4803-0537 email: jamesban09@naver.com

Received May 9, 2014

Revised June 3, 2014

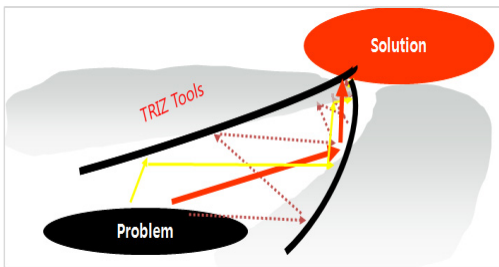
Accepted June 12, 2014

즈는 생각하는 방식, 즉 문제를 해결하는 사고의 과정이라고 하였다[2].

본 연구에서는 트리즈 기법을 활용한 사례연구로 TFT-LCD 산업 시장 환경의 변화를 고찰하고, 삼성전자의 TFT-LCD 기술 중 고속응답기술혁신 사례를 연구하였다.

2. 트리즈의 개념 및 선행연구

TRIZ(트리즈)란 창조적 문제해결 이론(Theory of Inventive Problem Solving : TIPS)이란 뜻의 러시아말 (Teoriya Reshniya Izobretatelskikh Zadatch)로, 발명과 혁신을 달성하기 위한 강력한 구조적인 접근법이다. 발명적 모순(Contradiction)을 가진 문제를 해결해 주는 이론으로써, 1946년 겐리히 알트슐러(Genrich Altshuller)에 의해 처음 연구되고 분석되었다. 세계 각국의 특허 200만 건 (초기는 20만 여건)을 조사하여, 그 중에서 창조적인 특허 4만 건을 추출하고, 발명의 원리를 체계화하여 모순, 이상성, 시스템 접근의 문제 모형을 제시하였다 [3,4].



[Fig. 1] Creative problem solution method

창의적 문제해결 방법은 3단계의 창의성을 발휘하여 진행 한다[Fig. 1]. 1단계로는 경계영역을 도식화한다. 2 단계로 모순(기술적, 물리적)을 도출한다. 3단계로 모순을 분석한다.

모순은 트리즈의 가장 중요한 개념으로서, 기술적 모순과 물리적 모순으로 구분한다. 기술적 모순은 시스템의 어느 한 특성을 개선하고자 할 때 그 시스템의 다른 특성이 악화되는 상황을 말한다. 물리적 모순은 시스템의 어느 한 특성이 높아야 함과 동시에 낮아야 하고, 존재해야 함과 동시에 존재하지 말아야 하는 상황이다.

기술적 문제 해결방법은 3단계로 이루어져 있다. 1단계) 39가지 기술적 속성 중에서 모순행렬의 행(y축)에는 개선하려는(좋아지는) 기술적 속성들을 놓고, 열 (x축)에는 이로 인하여 악화되는(나빠지는) 기술적 속성을 놓는다. 2단계) 행렬의 내부에는 발명원리 40가지 번호들이 놓이게 된다. 3단계) 행렬의 내부에 있는 40가지 발명의 원리들 중에서 해결방안을 순차적으로 검토해본다. 39가지 기술적 속성은 무게, 길이, 면적, 부피, 힘, 속도 등과 같은 공학적 변수들로 이루어져 있다[Table 1].

발명원리는 40가지이다[Table 2].

[Table 1] 39 Engineering parameters

1	Weight of moving object	21	Power
2	Weight of stationary object	22	Loss of energy
3	Length of moving object	23	Loss of substance
4	Length of stationary object	24	Loss of information
5	Area of moving object	25	Loss of time
6	Area of stationary object	26	Quantity of substance
7	Volume of moving object	27	Reliability
8	Volume of stationary object	28	Measurement accuracy
9	Speed	29	manufacturing precision
10	Force(or Intensity)	30	Object-affected harmful factors
11	Stress(or Pressure)	31	Object-generated harmful factors
12	Shape	32	Easy of manufacture
13	Stability of object's composition	33	Easy of operation
14	Strength	34	Easy of operation
15	Duration of action of moving object	35	Adaptability or Versatility
16	Duration of action of stationary object	36	Device complexity
17	Temperature	37	Difficulty of detecting and measuring
18	Illumination intensity(or Brightness)	38	Extent of automation
19	Use of energy by moving object	39	Productivity
20	Use of energy by stationary object		

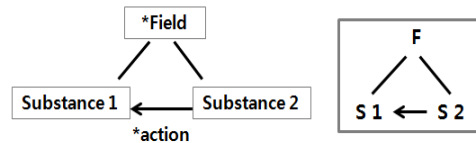
[Table 2] 40 Invention principles

1	Segmentation	21	Skipping
2	Taking out	22	Blessing in disguise
3	Local quality	23	Feedback
4	Asymmetry	24	Intermediary
5	Merging	25	Self-service
6	Universality	26	Copying
7	Russian dolls	27	Cheap short-lived objects
8	Anti-weight	28	Mechanics substitution
9	Preliminary anti-action	29	Pneumatics and hydraulics
10	Preliminary action	30	Flexible shells and thin films
11	Beforehand cushioning	31	Porous materials
12	Equipotentiality	32	Colour changes
13	The other way round	33	Homogeneity
14	Sphericity	34	Discarding and recovering
15	Dynamicity	35	Parameter changes
16	Partial or excessive actions	36	Phase transitions
17	Another dimension	37	Thermal expansion
18	Mechanical vibration	38	Strong oxidants
19	Periodic action	39	Inert atmosphere
20	Continuity of useful action	40	Composite materials

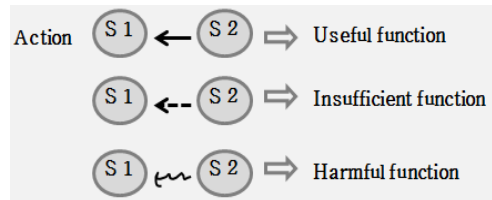
물리적 모순의 문제는 다음과 같은 4가지 분리의 원리, 즉 공간, 시간, 부분과 전체, 조건에 의해 해결안을 제시한다. 공간적 분리의 예로 노인들이 주로 사용하는 다초점 안경 등이 있다. 시간적 분리는 출퇴근용 초소형 비행기는 이착륙을 할 때에는 날개를 넓게 퍼지만, 차고 보관 시는 날개를 접는다. 부분과 전체의 분리는 자전거의 체인은 마이크로 수준에서는 단단하지만, 매크로 수준에서는 유연하다. 조건에 따른 분리의 예로 가는 체의 틈새들은 물을 통과시키는 구멍의 역할을 하지만, 곡물의 경우는 구멍의 역할을 하지 않는다.

이상성에서의 자원 문제는 물질-장(Fig. 2), 기능, 공간, 시간의 도구를 이용해 76가지 표준화로 해결방안을 찾는다. 효과문제는 효과 가이드를 이용한다.

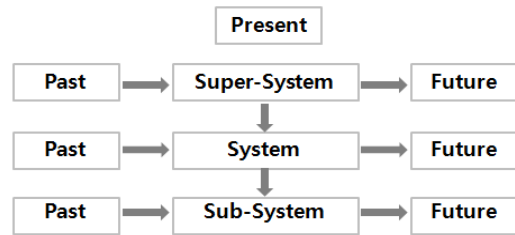
Substance-Field Modeling → Function



*Field or action: Mechanical (Me), Thermal (Th), Chemical (Ch), Electrical (E), magnetic (M), Electro-magnetic (EM), Gravitational (G)



[Fig. 2] Substance-Field Theory (Material: SAMSUNF TRIZ (2004))



[Fig. 3] Multi Screen Window method

시스템 문제는 혁신의 방향, 멀티스크린 윈도우 방법을 이용한다. 멀티스크린 윈도우 방법은 상위시스템-시스템-하위시스템으로 나누고 각각에 대해 과거, 현재, 미래의 진화에 대해 발전과정을 볼 수 있다[Fig. 3].

트리즈의 기술적인 문제 해결사례는 실무적으로 많지만 기업이 공개를 꺼리게 되어 선행 연구로 보고된 연구 논문은 많지 않다[2,5,6]. 그리고 경영에서의 트리즈 응용 사례 연구를 볼 수 있다[6-8].

3. 방법론

트리즈 기법의 DAGEV방법론을 활용하였다. D(Define):문제를 OZ 와 OT로 단순화 한다. OZ는 Operating Zone(모순발생 위치)을 의미하며, OT는 Operating time(모순발생 시점)을 의미한다.

A(Analyze):모순의 핵심을 도식화하여 단순화 한다. 기술적 모순과 물리적 모순을 찾는다.
 G(Generate):IFR(Ideal Final Result:이상적인 상태)의 아이디어 리스트를 작성한다.
 E(Evaluate): 도출된 아이디어 리스트를 실행하여 비교 평가 한다.
 V(Verify): 해결된 평가 안에 대해 재현성을 확인한다. 특허화 한다. 관련 기술을 횡전계 시도하여 경영성과에 기여한다.

4. 사례

연구 사례 1) 시스템 접근법에 의한 시장(고객)요구속성 변화 및 제품속성 변화 분석

디스플레이 전문가 인터뷰, 디스플레이 학회 및 협회 보고 자료, 사보 등을 기반으로 트리즈의 시스템 접근법에 의해 LCD시장(고객)의 요구속성 변화 및 기업의 대응 제품속성을 분석하였다. 상위시스템은 시장(고객)의 요구속성으로 시스템은 제품으로 하위시스템은 고객의 요구속성에 부합하는 제품의 세부 요구속성으로 분류하였으며 LCD 산업 발전 과정을 통해 연도별 시스템의 변화상을 고찰하였다[Table 3].

[Table 3] LCD market analysis using TRIZ System approach [5].

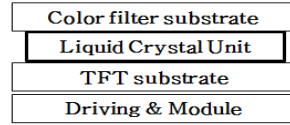
Year	Super-System	System	Sub-System
	Customer requirement	Product	Product properties
1990~	portable, fast speed	LCD-Note	Thin, High speed
2000~	wide viewing	LCD-Monitor	Widw viewing& High speed.
2005~	Moving Picture	LCD-TV & mobile	Widw viewing& High speed.

표에서 보듯이 LCD 제품의 시장에서 고속응답이슈는 노트, 모니터, TV, 모바일 제품에서 지속적으로 있어왔다. 이에 삼성전자의 트리즈 기법을 활용한 LCD 고속응답기술 대응사례를 고찰하였다.

연구 사례 2) LCD 노트북 제품에 적용한 사례로 특허화한 사례이다[5,9].

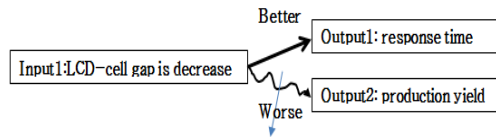
LCD 노트북 제품은 경쟁사들과의 차별화 전략으로 고속응답기술이 요구되고 있었으며 트리즈 기법을 활용하여 해결한 사례이다.

D. OZ: LCD셀 구조에서 액정 유니트



D. OT: 구동시 응답속도와 생산수율 사이 모순이 발생한다.

A. 모순을 도식화



Output 인자 사이 기술적 모순 발생.

G. IFR: 응답속도 개선은 유지하면서 생산 수율 감소를 막을 수 있는 방법은 없을까?

G. 39가지 기술적 모순매트릭스에서 좋아지는 특성의 스피드(9번) X 나빠지는 특성의 제조의 용이(32번)로부터 40가지 발명의 원리 중 아이디어 도출번호: 1, 8, 13, 35(1번 분리, 8균형추, 13번 거꾸로 함, 35번 물성치 변화).

E. 셀갭 4.5μm에서 4μm 이하로 낮추어 저셀갭에 적합한 액정물질을 개발하여 사용 할 경우 셀갭 감소에 따른 생산수율감소의 유해한 요소를 발명의 원리 35번을 응용하여 생산 공정 파라메타 개선으로 생산수율감소를 차단하였으며 응답속도도 개선 (20% 이상 단축)되었다.

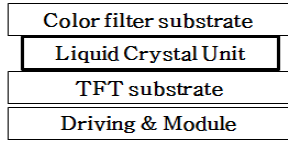
V. 신규액정물질을 저셀갭(low cell gap)에 집어넣어서 응답속도도 개선되고 수율 감소가 발생하지 않는 재현성을 확인하였다. 도출된 기술을 특허(US Pat. No. 7,045,176) 확보하고 개념을 노트제품에 경쟁사대비 선 적용하였다.

연구 사례 3) LCD모니터제품 및 TV 제품에 적용한 사례로 특허화한 사례이다[5,10].

노트북에 적용하였던 액정물질(연구사례2)은 모니터 제품에서는 시장(고객)의 새로운 요구사항 중 광시야 각 특성에는 적합하지 않은 모순성을 나타냈다. 따라서 모

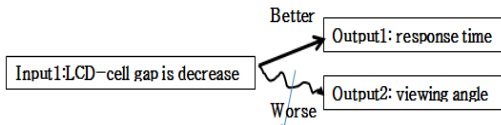
니터 제품용 광시야 각이 가능한 고속액정 기술이 필요하였다. 본 사례는 모순성으로 해결이 부족하여 이상성의 화학적 효과 및 물질-장이론 방법을 활용한 사례이다.

D. OZ: LCD셀 구조에서 액정 유니트



D. OT: 구동시 응답속도와 시야 각 사이 모순이 발생한다.

A. 모순 도식화



Output 인자 사이 기술적 모순 발생.

G. IFR: 응답속도 개선은 유지하면서 시야 각 감소를 막을 수 있는 방법은 없을까?

G. [표 4]에 나타난 것처럼 39가지 기술적 모순매트릭스에서 좋아지는 특성의 스피드(9번) X 시야각관련 나빠지는 특성의 번로(7번, 18번, 31번)로부터 40가지 발명의 원리 중 해결 가능한 방법(7, 29, 34, 10, 13, 19, 2, 24, 21, 35)을 순차적으로 시도해본다.

E. 시야각 감소원인은 액정 유닛에서 매크로수준의 모순으로는 액정 층 두께이지만, 마이크로 수준의 모순은 위상차(복굴절*액정 층 두께)였다. Table 4에서 도출된 해결 가능한 아이디어들 중에서 발명의 원리 7번, 10번, 24번, 34번, 35번으로부터 아이디어를 얻어 액정층 두께 감소만큼 액정물질의 복굴절률을 증가시켜 액정유닛에 집어넣어 위상차를 유지하면 될 것이라는 생각을 도출하였다. 따라서 기존액정보다 고복굴절을 액정혼합물을 개발하여 액정유닛 안에 넣어 위상 차 보상으로 시야각을 보상하여 시야각 감소를 막을 수 있었다.

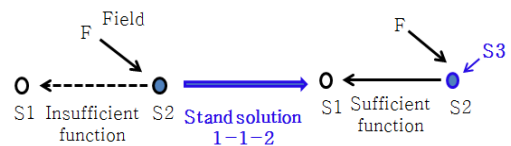
그러나 시야각 감소도 없고 응답속도 개선은 되었지만 셀갭 감소에 따른 이론적 기대치에는 도달하지 못하였다. 원인분석결과 전기광학적인 물리적인 변수 외에 화학물구조에서 생기는 화학적인 파라메타에서 굴절률이 증가 할 경우 대체적으로 회전점도가 증가하는 경향이 있음을 알아내었고 이로 인해 응답속도가 물리적인 요인에 의해 개

선될 것으로 기대한 응답속도에 비해 덜 빨라지는 것을 알아내었다. 즉, 회전점도가 상승한 물질에 전기장을 가한 후 전기장을 제거 후 액정의 복원력이 떨어져 응답속도 개선이 기대치에 미치지 못함을 알게 되었다.

[Table 4] Technical contradiction and matrix

Technical contradiction		Soluble number in 40 Invention principles (Idea generate)
Useful function	Harmful function	
9:Speed	7:Volume of moving object	7.Russian dolls, 29.Pneumatics and hydraulics, 34.Discarding and recovering
	18:Illumination intensity	10.Preliminary action, 13.The other way round, 19.Periodic action
	31:Object generated	2. Taking out, 24. 'Intermediary', 35.Parameter changes, 21.Skipping

이를 개선하기 위해 물질-장(Substance-Field) 이론을 도입하였다[Fig. 3]. LCD셀에 들어가는 액정은 다양한 물성을 맞추기 위해 10가지 이상의 단일 물질들이 혼합되어 있다. 따라서 고복굴절 저점성 액정혼합물을 만들기 위해 Fig. 3에 도식화한 것처럼 S2물질(액정 혼합물) 안에 새로운 물질 S3(고복굴절 저점성을 갖는 단물질 액정)를 첨가하여 전체적으로 고복굴절 저점성 특성을 갖는 새로운 액정 혼합물을 개발하여(Fig. 4) 액정유닛에 집어넣어 평가를 한 결과 시야각이 감소를 하지 않으면서 동시에 응답속도도 개선(60%로 단축)이 되었다(기존 액정 사용 시 16 ms, 새로운 액정혼합물 사용 시 10ms).



S1: Speed, S2:Liquid Crystal mixture, F: Field, S3: New Liquid Crystal single material

[Fig. 3] Stand solution Substance-Field Method

	Δn	LCP_TR	RT
Base mixture	0.075	80	16.2
Developed new material	0.19~0.30	136~190	-
One of new LC mixture	0.101	98.3	9.8
Improve(%)	135	123	60

LC: Liquid crystal, Δn : Birefringence

RT: Response time(ms),

LCP_TR:Liquid crystal Phase Temperature Range

[Fig. 4] One of new developed LC mixture

V. 새롭게 개발된 고굴절 저접성 액정혼합물을 액정 유닛에 넣어 재현성 확인을 하니 응답속도도 개선되고 시야각도 나빠지지 않음을 확인하였다. 도출된 기술을 특허화(US Pat. No. 7,220,368) 하고 개념을 확장하여 모니터 제품 및 TV제품에 적용하였다.

3. 결론 및 향후 연구방향

트리즈의 시스템 접근방법을 활용하여 LCD 시장(고객)의 요구속성은 시간에 따라 변화를 하며 제품관점에서 LCD 노트에서 모니터로, TV와 모바일 시장으로 변화를 거듭 하였으며 기업은 고객의 요구에 적응하여 새로운 기술을 개발하였다.

트리즈 기법을 활용하여 혁신적인 기술 개발사례, LCD 노트용 고속액정 기술, LCD 모니터 & TV 제품용 고속액정 및 광시야 각 기술을 개발 하였다. 이러한 기술 혁신사례는 후발기업인 삼성전자가 선발기업인 샤프를 추월하는데 기여를 한 것 중 일부의 사례이다.

실무적 시사점으로는 다음과 같다.

첫째, 고객의 요구속성은 시간과 상황에 따라 변화를 거듭하며 기업도 지속경쟁을 위해서는 지속적인 기술혁신을 해야 한다.

둘째 트리즈가 도입되고 확산되는 양상은 시간이 지남에 따라 많이 변하고 있다. 초기에 연구개발 단계에서의 문제를 해결하기 위한 수단으로 시작하여, 지금은 제조 전반에 걸쳐 원가절감, 품질혁신, 공정개선 등 다양한 영역에서의 활용 방법을 찾고 있다.

한계점 및 향후 연구방향으로는 트리즈의 기술적 적용 사례에만 연구가 되었다. 따라서 향후 연구방향으로는 트리즈를 사용한 경영 사례에 대해서도 연구가 이루어지길 기대한다.

References

[1] B. S. Ban, S. M. Lee, The effect of exploitation and exploration on catch-up, parallel, and leading of the late entry company in TFT-LCD panel industry: Sharp and Samsung mainly". The Korea Academic Association of Business Administration, Submitted, 2014.

[2] I. K. HWang, Y. S. Ahn, L. C. Chung, "Company Innovation Strategy Using TRIZ Method", Journal of the Korea Academic Industrial Cooperation Society, Vol. 9, No. 5, pp. 1453-1459, 2008.

[3] Samsung TRIZ basic(2004), TRIZ Application(2004), TRIZ Specialist(2004).

[4] Altshuller, G., "The Innovative Algorithm TRIZ, Systematic innovation and Technical Creativity", Technical Innovation Center, INC. Worcester, MA., (1999)

[5] B. S. Ban, "A creative convergence of the technology and business management using TRIZ method in display industry", Global TRIZ conference, 2013.

[6] Y. K Lee, K. W. Lee, "Application of TRIZ to Creative Knowledge Management", Knowledge Management Research, Vol. 4, NO. 1, pp. 81-92, 2003.

[7] C. Y. Song, D. S. Lee, S. W. Shin, " TOC and TRIZ exploration for paradox management", Journal of the society of Korea Industrial and Systems Engineering, Vol. 33, No. 2, pp. 72-80. 2010.

[8] D. G. Kim, S. J, Park, "Organization paradox solution method: Using TRIZ mainly", Journal of the Korea management Engineers Society, Vol. 15, No. 2, pp. 83-100, 2010.

[9] US Pat. No. 7,045,176

[10] US Pat. No. 7,220,368

반 병 섭(Byeong-Seob Ban)

[정회원]



- 1999년 8월 : 건국대 화학과 이학 박사
- 2011년 2월 : 한양대학교 GMBA
- 2014년 8월 : 한양대학교 경영학 박사
- 1992년 1월 ~1996년 7월 : 현대전자, LCD
- 1999년 8월 ~ 2007년 10월 : 삼성 전자, 수석연구원
- 2008년 3월 ~ 2010년 2월 : 한국폴리텍 1대학 신소재 응용과 초빙교수
- 2010년 4월 ~ 2013년 12월 : 한국지식재산 전략원, 전문위원

<관심분야>

경영전략 & 벤처, 지식경영, 패러독스경영, 트리즈, 반도체 디스플레이