

# 효율적인 R&D과제평가를 위한 기술대체모듈 설정모형의 개발 및 적용

권철신<sup>1</sup> · 김기찬<sup>1\*</sup> · 안기현<sup>2</sup>

<sup>1</sup>성균관대학교 시스템경영공학과 R&D공학전공 / <sup>2</sup>한국반도체산업협회 연구지원팀

## Development and Application of Technology Modular Alternatives Setting Model for Evaluating R&D Project Effectively

Cheolshin Kwon<sup>1</sup> · Kichan Kim<sup>1</sup> · Kihyun Ahn<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Major in R&D Engineering, Department of System Management Engineering, Sungkyunkwan University,  
Gyeonggi-do, 440-746, Korea

<sup>2</sup>Korea Semiconductor Industry Association R&D management Team, Seoul, 137-891, Korea

In R&D project evaluation, we consider the technical couple. And we set technology modular alternatives, after evaluating technical group based on technical couple. So we solve the problem extracted from existing research of R&D project evaluation.

We use Conjoint Analysis(CA) for this research. CA is usually used for confirming customers' preference. However we use it for researchers' preference in the side of technology.

This research is followed by the next 4 steps.

- ① Hierarchical model of goal technology
- ② Composition model of modular alternatives
- ③ Evaluation model of modular alternatives
- ④ Setting model of technology modular alternatives

**Keywords:** Technology Modular Alternaruves, Alternatives Setting Model

### 1. 서론

R&D에 대한 관심이 집중되면서 그 중요성 또한 강조되고 있다. 기업들은 산업 내, 산업 간의 경쟁상황 속에서 살아남기 위해 R&D부문에 있어서 집중적인 투자를 아끼지 않고 있다. 이러한 시대적 상황에 따라 R&D계획, 예산배정, 스케줄 관리 등에 대한 연구가 진행되어 왔지만 R&D의 실질적인 결과에는 큰 영향을 주지 못했다.

이러한 R&D과제진행의 문제점을 해결하고자 AHP(Analytic Hierarchy Process), DHP(Dichotomized Hierarchy Process), CHP

(Cross-impact Hierarchy Process), 등과 같은 계층적 구조를 활용한 기법들이 R&D과제평가에 활용되어 왔다. 계층적 구조를 갖추고 있는 이러한 기법들은 목표를 최상위레벨에 배치시키고 계층별로 평가항목을 설정하여 쌍대비교를 수행하고 있다. 또한 최하위레벨에는 대체안을 설정함으로써 목표에 근거한 평가항목을 기준으로 최적의 대체안을 선정할 수 있도록 하고 있다.

AHP(Saaty, 1980, 1983, 1986)의 경우, 1970년대 중반 Saaty에 의해 개발된 의사결정 모형으로써, 평가자의 지식을 바탕으로 합리적이고 체계적인 평가를 수행할 수 있도록 구조화한

\* 연락저자 : 김기찬, 660-701 440-746 경기도 수원시 장안구 천천동 300 성균관대학교 산업공학과, Tel : 031-290-7611, Fax : 031-290-7610,  
E-mail : rdboykc@hotmail.com

2009년 10월 20일 접수; 2010년 1월 25일 수정본 접수; 2010년 2월 2일 게재 확정.

기법이다. 그러나 대체안의 설정에 대한 방법은 제시해 주지 않고 있다. 또한 대체안은 상호독립적인 관계를 유지해야 한다는 가정 하에 수리적 모형을 구조화했기 때문에 기술적 종속성을 갖는 R&D과제의 평가에 적합하지 않은 형태를 띠고 있다.

DHP(권철신 외 1명, 1994)는 1994년 권철신, 정길환에 의해 개발되어 과제에 대한 평가영역을 전략영역(Strategy field)와 기술영역(Technology field)으로 2분화하고 평가자 또한 그에 맞게 구성함으로써 R&D과제평가를 수행하고 있다. 그러나 DHP도 대체안들의 설정에 대한 구조를 띠고 있지 않으며 대체안들 간의 상호영향을 고려하지는 못하고 있다.

CHP(Cho *et al.*, 2004)의 경우에는 2004년 Cho and Kwon에 의해 개발된 전사적 차원에서 기술평가를 위한 구조모형이다. 이 모형은 기존에 AHP가 가지고 있던 대체안 간의 상호영향성에 대한 미고려의 문제점을 해결함으로써 R&D과제평가에 보다 적합한 연구모형으로 인정받아 왔다. 그러나 CHP도 대체안의 설정에 대한 방법은 제시하지 않고 있다.

R&D과제의 목표를 달성하기 위해서는 R&D과제의 특성상 대체안들 중 하나의 대체안을 선정하기 보다는 R&D과제를 구성하는 기술모듈별로 대체안을 선정하여 그들 간의 조합을 이루는 것이 바람직하다. 그러나 AHP, DHP, CHP 등의 기법들은 이러한 상황에 대한 대책을 강구하지 않고 있으며, 대체안들 중에서 하나의 대체안만을 선정한다는 한정된 상황 속에서 정당성을 입증하고 있다.

기술적 결합으로 이루어지는 R&D과제는 대체안 설정의 문제와 모듈별 대체안의 결합이라는 측면을 해결하지 못할 경우 과제평가 이후 선정된 대체안들의 결과가 과제목표를 올바르게 수행하지 못하는 경우가 발생하게 된다. 이러한 문제를 해결하기 위해서는 기술적 문제를 고려한 보다 세밀한 평가구조가 필요하다. 이를 위해 본 연구에서는 세부기술로 이루어진 모듈수준의 대체안 구성 및 설정을 수행하고자 한다. 이렇게 설정된 모듈은 독립적인 기술기능을 수행하며, 또한 상호 간의 결합이 자유로운 모듈에 대한 구성 및 설정에 대한 연구를 수행함으로써 기존연구들이 가지고 있던 R&D과제평가에 대한 비적합성을 극복할 수 있을 것이다(목학수, 2002).

본 연구에서는 R&D과제평가에 적합한 대체안의 설정을 위해서 컨조인트분석(Conjoint Analysis; CA)을 활용하도록 한다. CA는 소비자의 선호도를 평가함으로써 시장측면에서 상품을 계획하고 평가할 수 있는 방법이다. 이러한 방법을 기술측면으로 전환함으로써 기술적 특성에 대한 연구자의 선호도를 조사할 수 있을 것이다. 이는 기존연구들이 가지고 있던 기술적 측면에 대한 고려없이 대체안을 설정한다는 문제점의 해결책이 될 것이다.

보다 효율적이고 정확한 R&D과제평가를 위한 대체안 설정에 대한 연구는 <Figure 1>과 같이 수행된다. 각 단계는 구조설계와 적용사례로 나누어 이루어진다. 적용사례는 반도체 제조 공정기술을 대상으로 하였으며, 이는 대체안 설정에 대한 보

다 정확한 수행방법의 전달이 가능할 것으로 판단된다.

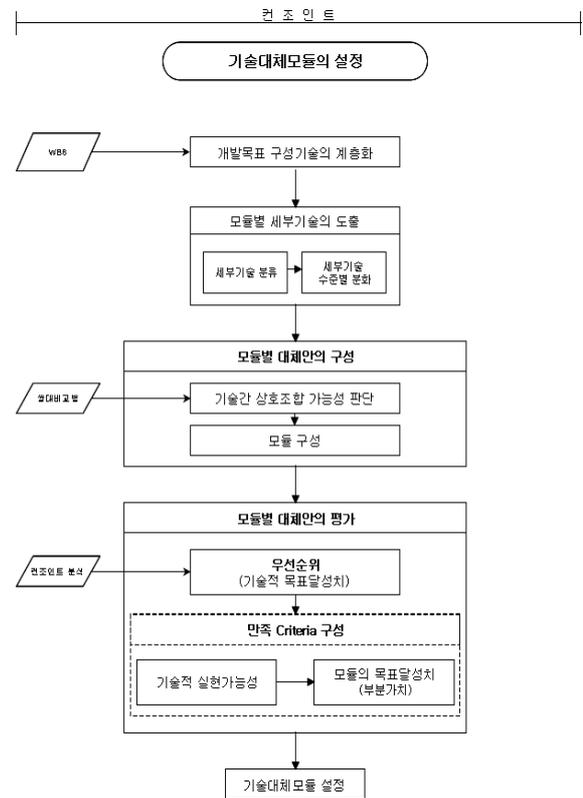


Figure 1. 기술모듈의 설정과정

## 2. 목표기술의 계층모형

### 2.1 구조설계

기술개발목표를 구성하는 기술들은 「WBS」의 분류체계에 따라, 순차적인 분할을 시행하며 목표기술을 0차 레벨로 시작하여, 계층적으로 1차, 2차, ... n차까지의 구성기술을 갖추게 된다<Figure 2>.

본 연구를 수행하기 위해서는 개발목표가 달성해야 할 기능을 수행하는 구성기술들과 모듈 그리고 세부기술의 수준까지 분할해야 한다.

이러한 계층화된 분류는 본 논문에서 궁극적인 평가대상으로 하는 모듈수준의 대체안들을 도출하기 위함이며 이후 이들을 기술대체모듈이라고 칭하도록 한다. R&D과제평가를 위한 대체안을 모듈수준에서 설정하는 이유는 최종 개발기술을 이루고 있는 구성기술들은 모두 하위수준인 모듈의 조합(<Figure 3>)으로 이루어지기 때문이다. 즉, 기술대체모듈은 ‘구성기술-최종 목표기술’의 대체모듈을 이루는 근간이 된다.

결과적으로 본 단계에서는 「WBS」의 분류체계에 따라 제품을 세부기술의 수준까지 분할하고 기술대체모듈의 구성을 위해 세부기술을 도출하도록 한다(<Figure 4>).

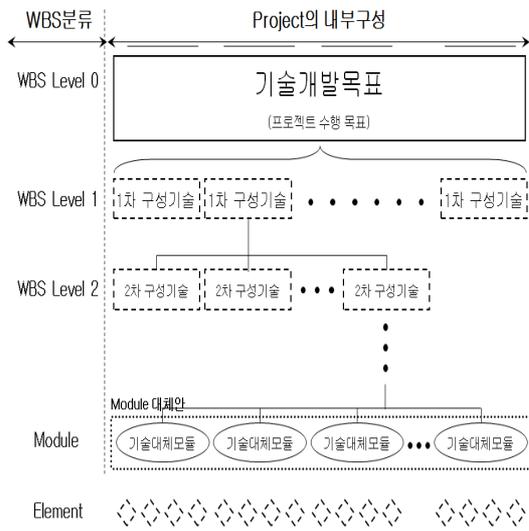


Figure 2. WBS에 따른 기술분화체계

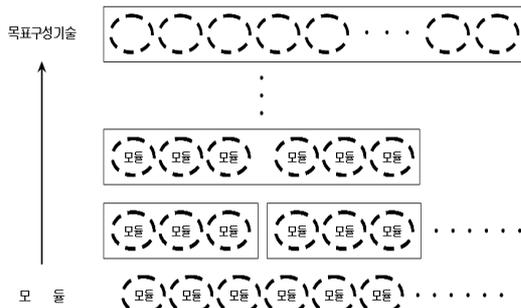


Figure 3. 구성기술모듈간의 관계

모듈/ 기술 수준	모듈 1			모듈 2		
	기술1	기술1	...	기술n	기술1	기술1
1						
2						
3						
4						

Figure 4. 세부기술 도출매트릭스

2.2 적용사례

256Gb 플래시메모리 제조공정기술의 개발이라는 R&D과제 수준의 목표기술을 달성하기 위한 기술대체모듈의 설정을 위해서는 구조설계에서 제시한 방법에 따라 기술의 계층화를 수행해야 한다.

플래시메모리의 공정기술은 크게 4개의 1차 구성기술로 나누어 볼 수 있다. 이를 도식화하면 <Figure 5>와 같이 나타낼 수 있다.



Figure 5. 플래시메모리제조 공정기술의 목표구성기술

이러한 1차 구성기술들을 세분화하면 <Figure 6>과 같다(본 연구에서는 적용사례로서 리소공정기술과 식각/세정기술을 중심으로 수행해 보고자 한다).

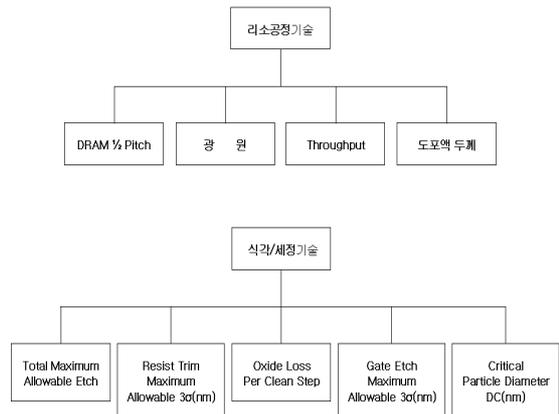


Figure 6. 1차 구성기술의 세분화(리소공정기술, 식각/세정기술)

목표기술인 제조공정기술과제에서 3차례 분화를 실시하여 세부기술이 도출되기 때문에 1차 구성기술과 모듈이 같은 수준에 위치하게 된다.

이렇게 도출된 세부기술들은 리소공정기술과 식각/세정기술의 속성에 속하며 각 세부기술들을 수준에 따라 분류하여 매트릭스화 하면 <Figure 7>과 같다.

리소 공정 기술	DRAM 1/2 Pitch	광 원	Throughput	도포액 두께
1	32 nm	157 nm	180 매/hr	3000 Å
2	25 nm	X-ray	200 매/hr	2000 Å
3	22 nm	Ion-beam	220 매/hr	1500 Å
4	18 nm	E-beam	250 매/hr	1000 Å
5	15 nm	13.5 nm	·	·

식각/ 세정 기술	Total Maximum Allowable Etch	Resist Trim Maximum Allowable 3σ(nm)	Oxide Loss Per Clean Step	Gate Etch Maximum Allowable 3σ(nm)	Critical Particle Diameter DC(nm)
1	2.2	0.65	0.4	0.80	54
2	2	0.57	0.3	0.73	50
3	1.8	0.52	0.2	0.70	40
4	1.6	·	·	0.65	·

Figure 7. 리소공정기술의 세부기술 도출 매트릭스

### 3. 모듈대체안의 구성모형

#### 3.1 구조설계

상술한 세부기술들은 기술대체모듈을 달성하는 기술인자가 된다. 세부기술들을 조합하여 기술대체모듈을 도출하고 대체안의 설정을 위한 평가대상을 구성하게 된다.

R&D과제의 특성상 모듈별로 대체안을 구성해야 하며 각 모듈을 구성하는 세부기술과 각각의 수준들 간의 결합으로 이루어진 기술대체모듈들은 이후 평가를 통해 대체안 설정의 대상으로 결정된다.

이를 위한 기술대체모듈의 구성모형 단계는 다음과 같이 이루어진다.

#### [단계 1] 세부기술의 명칭 및 종류

모듈기능별로 도출된 세부기술의 명칭을 부여하고 수준별로 나열하였던 기술들에 대한 표현방법을 결정해야 한다.

기술에 대한 상세한 이해가 필요한 경우에는, 각 기술에 대한 주석을 달아야 하며, 수준에 따른 분류의 경우에는 차별화되는 기술적 요소를 표현해야 한다. 수준에 따른 차별화의 원인과 같이 '기술대체모듈'을 구성하는 일과 연관이 없는 부분들은 서술하지 않도록 한다.

#### [단계 2] 매트릭스 구성

[단계 1]에서 구성된 세부기술의 명칭과 수준 등을 매트릭스화 하는 단계이다.

행과 열에 동일한 세부기술을 나열하고, 쌍대비교가 가능한 매트릭스를 구성하도록 한다. 또한, 하나의 매트릭스에 하나의 모듈(대체모듈)을 표현해야 하기 때문에, 각 매트릭스 상단에는 반드시 기술대체모듈의 명칭 혹은 고유번호를 기재하도록 한다.

세부기술은 행·열을 구성하는 하나의 단위로 사용하며 동일한 세부기술은 동일한 행과 열을 차지하도록 한다.

#### [단계 3] 조합가능성 판단

이렇게 구성된 세부기술들은 다음 장에서 서로 상이한 세부기술들 간의 쌍대비교를 통해 기술적으로 “조합이 가능한가, 불가능한가”에 대한 평가를 받게 된다. 평가는 주로 각 모듈을 담당하는 연구소의 팀 혹은 직원이 수행하게 된다.

이러한 평가는 ‘1차 : 일괄적 조합가능성 평가’와 ‘2차 : 조합가능성 조율’ 등으로 나누어 이루어진다.

우선 ‘1차’에서는 연구인력들을 중심으로 일괄적인 세부기술들 간의 조합가능성을 평가하게 된다. ‘2차’의 경우에는 다수에게 평가받은 조합가능성 매트릭스에 대한 응답 중 서로 상이한 부분이 발생할 경우 해당기술들 간의 조합가능성을 재평가하여 일치하지 않던 응답자의 판단을 조율하게 된다.

매트릭스에 표기할 때에는 조합이 가능한 경우에는 ‘1’로 표기하고 그렇지 않은 경우에는 ‘0’으로 표기한다. 또한 동일한

세부기술들 간의 쌍대비교는 무의미하기 때문에 대각행렬(세부기술단위)은 평가에서 제외되며 세부기술의 조합순서는 영향을 미치지 않으므로 대각행렬의 상단만 평가하도록 한다.

#### [단계 4] 조합 가능한 세부기술 군 도출

[단계 3]에서 비교한 매트릭스를 통해 조합이 가능한 세부기술들의 그룹을 찾아낼 수 있다. 이들은 하나의 기술대체모듈 역할을 수행할 것이며, 다음 단계를 통해 대체안의 형식을 갖추게 된다.

#### [단계 5] 각 모듈의 대체모듈 형성

이와 같이 다양한 기술들의 조합으로 이루어진 세부기술 그룹들은 모듈이 달성하고자 하는 목적을 기본적으로 갖추고 있는 동시에, 대체모듈별 고유특성도 함께 지니고 있다. 특히 대체모듈별 고유의 특성은 다음에 이루어질 CA에서 평가의 대상이 되므로 우선순위 평가 시, 충분히 반영되어야 한다.

이를 위해서는 각각의 세부기술 그룹들이 그들의 특성을 잘 표현할 수 있는 명칭을 지녀한다. 이렇게 도출된 기술대체모듈들은 기술적 설정평가를 기반으로 한 대체안이 설정되는 것이다.

CA를 위해, 이러한 쌍대비교를 수행하는 이유는 각 기술대체모듈들의 세부기술 간의 결합성이 보장되지 않을 경우 CA 평가 자체가 무의미해질 수 있기 때문이다. 세부기술 간의 결합이 가능한 대체모듈들만을 대상으로 하여 모듈별 기술달성도를 근거로 한 CA를 수행함으로써 R&D과제선정의 평가대상이 되는 대체안이 올바르게 설정될 수 있는 것이다.

### 3.2 적용사례

위에서 도출된 각 목표구성기술-모듈별 세부기술과 수준들은 서로 조합을 이루어 목표구성기술-모듈을 이루게 된다. 그러므로 세부기술간 조합가능한 세부기술 군들을 찾아보도록 한다.

각 모듈을 이루고 있는 세부기술들은 현재 배치되어 있는 모든 기술들이 조합되었을 때 하나의 모듈로써 작동할 수 있다. 그러므로 모든 모듈을 구성하고 있는 세부기술의 개수와 종은 같으며 단지 각 세부기술의 수준이 다른 묶음이 도출되는 것이다.

기술조합가능성을 판별하기 위해 쌍대비교행렬을 작성하고 ‘세부기술 군/대체모듈’을 도출해보도록 하겠다.

#### (1) 쌍대비교행렬 작성

제 4장에서 언급한 바와 같이 각 모듈 및 세부기술의 특성을 표현하여 연구자들의 조합가능성평가를 수월하게 작성해 주어야 한다.

‘플래시메모리 제조공정기술’의 세부기술들의 용어가 길고 복잡한 관계로 행렬 상에서는 약어를 사용하도록 한다. 약어

에 대한 설명은 행렬 하단에 주석으로 설명하기로 한다. 또한 세부기술의 수준은 ‘세부기술 도출’에서 제시한 표를 활용하여 설명하도록 하며 본 매트릭스에서는 ‘1~n’ 등과 같이 수준 명칭만 제시하도록 한다.

수준은 수리적 특징 뿐만 아니라 각 기술의 물리적 특징도 포함할 수 있다.

이와 같은 모양의 매트릭스를 연구자들에게 제시하여 얻은 조합 가능/불가능의 평균치(1 or 0 : 반올림)를 통해 조합이 가능한 세부기술 군들을 도출하게 된다.

(2) 조합가능 세부기술 군 도출

조합의 가능성을 판별하여 도출된 대체모듈들은 각 목표구

		No. 리소공정기술																	
		DP					광원					TP				도포액			
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	1	2	3	4
DP	1						0	1	0	1	1	1	1	0	1	0	1	0	1
	2						1	1	0	0	1	0	1	1	0	1	0	0	1
	3						0	0	1	1	0	1	0	0	1	0	1	1	0
	4						1	0	1	0	1	0	1	0	1	0	1	1	0
	5						0	0	1	0	1	0	1	1	1	1	1	1	0
광원	1											0	1	1	0	1	1	0	1
	2											1	0	1	1	0	0	1	1
	3											0	1	1	1	1	0	0	1
	4											0	1	0	0	0	1	0	1
	5											1	1	1	0	1	1	0	1
TP	1															0	0	1	1
	2															1	0	0	1
	3															0	1	0	1
	4															0	1	1	0
도포액	1																		
	2																		
	3																		
	4																		

주) DP : DRAM 1/2 Pitch/광원, TP : Throughput, 도포액 : 도포액 두께.

		No. 식각/세정기술																
		TME				RTM			OL			GEM				DC		
		1	2	3	4	1	2	3	1	2	3	1	2	3	4	1	2	3
TME	1					0	1	1	1	0	1	1	1	0	1	1	0	1
	2					1	1	1	0	1	1	0	1	1	1	0	1	1
	3					1	0	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0	1
	4					1	1	1	1	1	0	1	1	0	0	0	1	1
RTM	1								0	1	1	0	1	1	0	1	1	1
	2								1	1	0	1	0	1	1	1	1	0
	3								0	1	0	1	1	0	1	1	1	1
OL	1											1	0	1	1	1	1	1
	2											0	1	1	1	1	1	1
	3											1	0	0	1	0	1	1
GEM	1															1	1	1
	2															0	1	1
	3															1	1	1
	4															1	1	1
DC	1																	
	2																	
	3																	

주) TME : Total Maximum Allowable Etch, RTM : Resist Trim Maximum Allowable 3σ(nm), OL : Oxide Loss Per Clean Step, GEM : Gate Etch Maximum Allowable 3σ(nm), DC : Critical Particle Diameter DC(nm).

Figure 8. 쌍대비교 매트릭스

리소공정기술

	DP	광원	TP	도포액		DP	광원	TP	도포액
1	1	2	1	4	9	2	2	3	4
2	1	2	4	3	10	2	5	2	1
3	1	4	2	4	11	2	5	2	4
4	1	5	1	4	12	2	5	3	4
5	1	5	2	4	13	5	3	2	1
6	2	1	2	1	14	5	5	2	1
7	2	1	2	4	15	5	5	3	2
8	2	1	3	4					

Figure 9. 리소공정기술의 기술대체모듈

성기술별로 다음과 같다.

리소공정기술의 경우 총 15개의 세부기술 군이 도출되었다. 이들은 기술적으로 조합가능한 ‘DRAM 1/2 Pitch’, ‘광원’, ‘Throughput’, ‘도포액 두께’로 구성된 모듈대체안들이다(<Figure 9>).

식각/세정기술의 경우 총 19개의 세부기술 군이 도출되었다. 이들은 기술적으로 조합가능한 ‘Total Maximum Allowable Etch’, ‘Resist Trim Maximum Allowable 3σ(nm)’, ‘Oxide Loss Per Clean Step’, ‘Gate Etch Maximum Allowable 3σ(nm)’, ‘Critical Particle Diameter DC(nm)’로 구성된 모듈대체안들이다(<Figure 10>).

#### 4. 모듈대체안의 평가모형

##### 4.1 구조설계

모듈대체안의 구성모형에서 도출한 결과를 바탕으로 CA를 수행하고 각 대체모듈들의 선호도와 세부기술들의 부분가치를 측정하게 된다.

CA의 경우 평가 디자인부분과 평가자부분이 가장 중요한

요소로 대두되고 있다.

평가 디자인의 경우 디자인 형태에 따라 결과치의 활용도가 달라지며 디자인을 고려하지 않고 작성할 수 있는 Full Profile을 채택하게 될 경우에는 평가항목이 지나치게 많아져 평가의 질이 낮아지고, 비용과 시간이 많이 소요되기 때문에 CA에서 중요하게 고려되고 있다.

평가자부분의 경우 CA가 평가자의 선호도를 측정하는 방법이기에 때문에 평가자의 위치, 평가항목과의 관계, 개인적 바이어스 등의 영향을 많이 받게 되므로(유필화, 1994) 이 부분에 대한 대책이 필요하다.

본 연구에서는 ‘쌍대비교’를 통해 ‘프로파일’을 구성하여 평가 디자인의 문제를 해결하였으며 기술의 수행능력과 상호조합가능성에 대한 평가를 필요로 하기 때문에 평가자는 연구자로 구성했다.

또한 CA를 통해 얻고자 하는 우선순위가 목표에 대한 각 모듈의 적합성이기 때문에 ‘세부기술 개발자’와 ‘모듈구성 연구자’ 그리고 ‘제품 기획자’로 한정하여 평가를 수행한다.

이와 같은 방법으로 평가 디자인과 평가자를 결정한 후, 다음의 절차에 따라 CA를 수행한다(<Figure 11>).

[단계 1] 대체모듈이 달성해야 할 기능의 달성 수준에 따라 대

식각/세정기술

	TME	RTM	OL	GEM	DC		TME	RTM	OL	GEM	DC
1	1	2	1	1	1	11	2	3	2	4	2
2	1	2	1	4	1	12	2	3	2	4	3
3	2	1	2	2	2	13	3	1	2	3	1
4	2	1	2	2	3	14	3	1	2	3	3
5	2	1	2	3	2	15	3	3	2	4	1
6	2	1	2	3	3	16	3	3	2	4	3
7	2	2	2	3	2	17	4	1	2	2	2
8	2	2	2	4	2	18	4	2	1	1	2
9	2	3	2	2	2	19	4	3	2	2	2
10	2	3	2	2	3						

Figure 10. 식각/세정기술의 기술대체모듈

체모듈의 우선순위를 도출한다.

프로파일에 대한 평가는 우선순위를 부여하는 방법뿐만 아니라 점수를 부여하는 방법도 많이 사용되고 있다. 일반적으로 프로파일의 수가 많을 경우 점수를 부여하게 된다. 그러나 다수의 동점이 발생할 수 있고, 신뢰성이 순위에 비해 떨어지기 때문에 본 연구에서는 순위부여방식을 선택하도록 한다 (Kalish, Shlomo *et al.*, 1991).

우선순위의 경우 그 수치가 클수록 더 높은 선호도를 가진 프로파일이 된다. 예를 들어, 총 7개의 프로파일이 도출되었다고 가정하자. 그럴 경우 가장 높은 선호도를 지닌 프로파일은 '7'의 값을, 가장 낮은 선호도를 지닌 프로파일의 '순위'는 '1'의 값을 갖게 된다[2].

**[단계 2]** 도출된 '우선순위'를 통해 프로파일을 구성하는 속성-수준별 '부분가치'를 도출한다.

본 연구에서는 CA를 수행함에 있어 평가의 기준을 모듈별 기술달성도에 두고 있다. 그렇기 때문에 평가 디자인과 평가자의 선정에 있어서도 그에 적합한 방법을 택한 것이다. 일반적인 R&D과제선정을 수행하기 전에 이러한 대체안들의 평가를 수행하는 것은 대체안으로 선정된 기술대체모듈들이 각 모듈의 기본적인 기술적 목표를 달성할 수 있어야만 목표기술을 달성할 수 있기 때문이다.

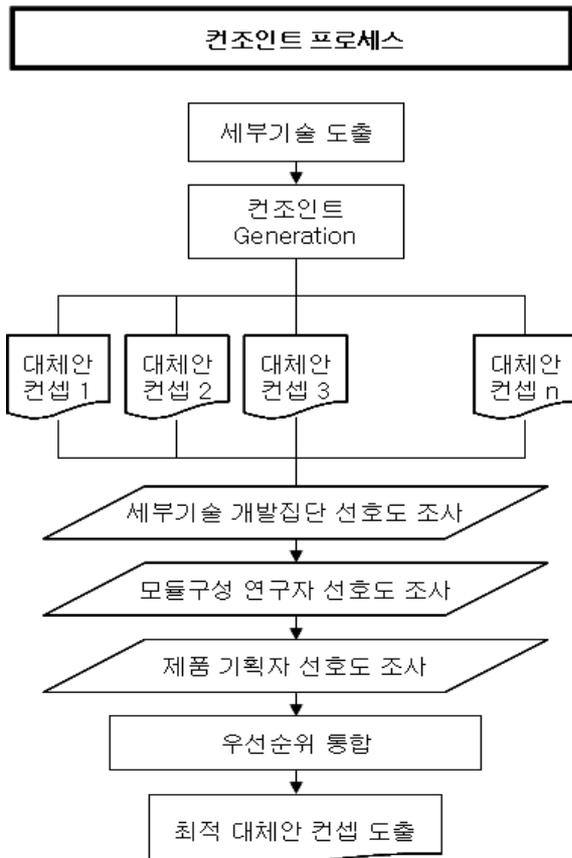


Figure 11. CA의 프로세스

앞서 설명한 것과 같이 기술적 측면의 모듈수준은 독립적인 기술수행능력을 지니고 있다. 그렇기 때문에 그에 따라 모듈의 선호도가 형성되게 되며 모듈을 구성하는 세부기술들 중에서는 모듈의 기술적 목표관점에서 수준 이하의 판정을 받는 것들도 존재할 것이다.

기술 간의 결합가능성과 함께 각 모듈에서 요구하는 기술적 선호도와 모듈의 기술적 목표달성을 위해 요구되는 세부기술의 수준을 만족시키는 기술들로만 구성된 대체안들만을 선정 단계로 전달하게 되는 것이다. 이와 같은 방법으로 세부기술의 부분가치는 다음 단계에서 만족 Criteria를 위한 하나의 기준으로 사용된다.

4.2 적용사례

기술적으로 조합이 가능한 모든 세부기술 군들을 도출했다. 이렇게 도출된 세부기술 군들은 1차적으로 모듈대체안의 역할을 수행할 수 있는 모듈들이다. 그러나 이들은 기술적으로 조합만 가능할 뿐, 수행능력이나 기술개발의 가능성여부에 대한 분석은 밝혀지지 않은 상태이다.

CA를 통해 세부기술 군들이 지닌 모듈기능의 달성치를 기준으로 수행능력을 평가하도록 한다.

위에서 제시된 각각의 세부기술 군들은 CA의 프로파일에 해당하며 각 프로파일의 우선순위를 통해 속성-수준별 '부분가치'를 계산했다. 이렇게 계산된 부분가치를 바탕으로 각 속성별 최저부분가치의 수준을 도출한다.

다음은 각 대체모듈에 대한 우선순위 부여 후, 부분가치를 도출한 결과이다(소수점 3째 자리에서 반올림).

(1) 리소공정기술

	DP 수준	DP 부분 가치	광원 수준	광원 부분 가치	TP 수준	TP 부분 가치	도포 수준	도포 부분 가치
1	1	0	1	0	2	0	1	0
2	2	3.45	2	-0.95	3	-0.13	2	1.23
3	5	2.04	3	1.02	4	-1.42	3	0.83
4			4	0.45			4	-0.57
5			5	2.76				

세부기술별, 최저-부분가치를 얻은 '수준'을 보면 다음과 같다.

- ① DRAM 1/2 Pitch : 1수준
- ② 광원 : 2수준
- ③ Throughput : 4수준
- ④ 도포액 두께 : 4수준

(2) 식각/세정기술

세부기술별, 최저-부분가치를 얻은 '수준'을 보면 다음과 같다.

- ① Total Maximum Allowable Etch : 3수준
- ② Resist Trim Maximum Allowable 3σ(nm) : 1수준

- ③ Oxide Loss Per Clean Step : 1수준
- ④ Gate Etch Maximum Allowable 3σ(nm) : 3수준

	TME 수준	TME 부분 가치	RTM 수준	RTM 부분 가치	OL 수준	OL 부분 가치	GEM 수준	GEM 부분 가치	DC 수준	DC 부분 가치
1	1	0	1	0	1	0	1	0	1	0
2	2	1.25	2	0.81	2	1.33	2	2.52	2	2.33
3	3	-0.93	3	1.72			3	-1.27	3	1.89
4	4	3.18					4	1.64		

## 5. 기술대체모듈의 설정모형

### 5.1 구조설계

이번에는 모듈대체안의 평가모형에서 도출된 각 대체모듈 별 우선순위와 부분가치를 바탕으로 대체모듈로 선정할 개체들을 결정하도록 한다.

CA를 통해 얻은 각 대체모듈의 우선순위는 그들이 속한 모듈의 기능을 달성하는 정도에 따라 선호도를 측정하여 얻은 결과이다. 하나의 모듈에 국한해서 선호도를 평가한 결과이므로 기존의 R&D과제선정에서 수행하는 제품을 기준으로 목표 달성 정도를 평가하는 AHP, CHP, DHP 등의 우선순위와 상이할 수 있다. 그러므로 CA를 통해 도출된 기술대체모듈을 중심으로 전략적 차원과 기술적 차원에서 선정과정을 수행함으로써 보다 정확한 R&D과제의 대체안 선정이 가능하게 되는 것이다.

또한, 모듈기능의 달성정도를 기준으로 한 각 프로파일(기술대체모듈)의 우선순위를 통해 도출된 세부기술들의 부분가치들은 세부기술이 모듈기능을 달성하는 정도로 해석된다. 그러므로 부분가치를 만족 Criteria의 기준으로 활용해야 할 것이다.

#### [단계 1] 만족 Criteria를 규정할 기준을 설정한다.

CA의 대상이 되는 기술대체모듈의 평가대상들은 그들을 구성하는 세부기술 간에 결합이 가능한 세부기술 군들만을 도출한 것이므로 세부기술 간의 결합가능성이라는 평가기준은 만족시키고 있다. 그러므로 CA에 있어서의 만족 Criteria는 프로파일(기술대체모듈)을 구성하는 세부기술들의 부분가치와 기술실현가능성을 기준으로 한다.

#### [단계 2] 설정된 기준을 근거로 도출된 프로파일을 평가한다.

##### (1) 부분가치

모듈을 구성하는 세부기술은 그 수준에 따라 다양한 세부기술 수준으로 나뉘어져 있고, 각 세부기술 수준별로 부분가치를 할당받게 된다(<Figure 12>). 본 연구에서 수행하는 CA는 각 모듈의 기술적 목적을 기준으로 평가한 것이므로 이를 통해 도출된 세부기술 수준들의 부분가치는 모듈의 기술적 목적

을 달성하기 위한 세부기술 수준의 가치를 의미한다. 그러므로 세부기술별 부분가치들 중, 최저값을 갖는 세부기술 수준은 그 세부기술이 속한 모듈의 기술적 목적에 합당하지 않은 수준임을 의미하는 것이다.

도출된 프로파일을 구성하는 세부기술들 중 각 속성(세부기술의 종류)별 부분가치의 최저값을 갖는 세부기술을 포함한 프로파일(기술대체모듈)은 대체안 설정에서 제외한다(<Figure 12>, <Figure 13>).

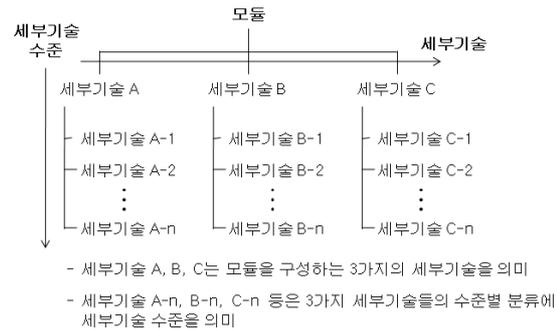


Figure 12. 세부기술 / 세부기술 수준

##### (2) 기술실현가능성

기술실현가능성은 각 기술대체모듈을 구성하는 세부기술들의 실현가능성을 의미하는 것이다. 그러므로 본 Criteria에서는 프로파일 중 기술적으로 실현이 불가능한 세부기술을 포함하고 있는 프로파일은 제외하도록 한다.

새로운 기술을 요구하는 목표가 설정된 경우에는 대체모듈을 구성하는 세부기술 중 아직 완성되지 않은 기술을 포함하고 있을 가능성이 있다. 이런 경우 기술실현가능성을 판단하여 성취할 수 없는 기술의 경우에는 대체모듈에서 제외하도록 한다.

기술대체모듈의 설정모형에서는 최종 개발기술목표를 중심으로 한 모듈의 평가보다는 모듈별 목표달성치 및 모듈의

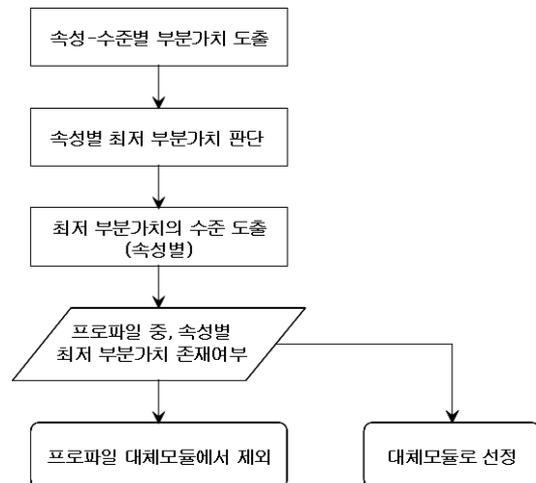


Figure 13. 부분가치기준/모듈화 과정

기술적 수행가능성을 평가하기 때문에 기술적 조합가능성과 모듈기능의 기술적 목적달성이 중요한 판단기준으로 사용되는 것이다.

이와 같이 목표기술의 계층모형 → 모듈대체안의 구성모형 → 모듈대체안의 평가모형 → 기술대체모듈의 설정모형의 총 4단계를 거쳐 대체모듈을 설정하게 된다.

**5.2 적용사례**

앞에서 도출한 각 세부기술의 ‘부분가치’와 설문을 통해 도출할 기술실현가능성을 통해서 최종적인 기술대체모듈을 설정하도록 한다.

(1) 모듈의 목표달성치

세부기술별 부분가치 중, 최저값을 갖는 세부기술 수준이 속한 모듈을 기술대체설정에서 제외하도록 한다.

각 대체모듈에서 상기된 기준을 제외한 후, 기술대체모듈로 설정된 것들은 다음과 같다.

(a) 리소공정기술

설정의 Criteria는 각 속성의 수준별 부분가치들 중, 최저치로 정의하였다. 그러므로 각 속성의 수준별 부분가치 중, 최저치를 포함한 모듈을 설정의 대상에서 제외하도록 한다.

**Table 1.** 최저 부분가치의 속성별 수준

속성명	최저 부분가치 수준
DRAM 1/2 Pitch	1수준
광원	2수준
Throughput	4수준
도포액 두께	4수준

<Table 1>에서 도출된 속성별 수준을 포함한 모듈을 설정의 대상에서 제외할 경우, <Figure 14>과 같이 나타나게 된다. 이를 적용한 결과는 다음과 같이 정리된다.

**모듈-6**(DR2-광원1-TP2-도포액 1)

**모듈-10**(DR2-광원5-TP2-도포액 1)

**모듈-13**(DR5-광원3-TP2-도포액 1)

**모듈-14**(DR5-광원5-TP2-도포액 1)

**모듈-15**(DR5-광원5-TP3-도포액 2)

초기 15개의 대체모듈 중, 5개의 대체모듈이 설정되었다.

(b) 식각/세정기술

리소공정기술에서 나타난 ‘최저 부분가치의 소성별 수준 제외 과정’을 식각/세정기술에서도 동일하게 적용할 경우, 다음과 같이 정리된다.

**모듈-8**(TME2-RTM2-OL2-GEM4-DC2)

**모듈-9**(TME2-RTM3-OL2-GEM2-DC2)

**모듈-10**(TME2-RTM3-OL2-GEM2-DC3)

**모듈-11**(TME2-RTM3-OL2-GEM4-DC2)

**모듈-12**(TME2-RTM3-OL2-GEM4-DC3)

**모듈-19**(TME4-RTM3-OL2-GEM2-DC2)

이와 같이, 식각/세정기술의 경우, 결합이 가능한 초기 9개의 대체모듈 중 6개의 대체모듈이 설정된다.

(2) 기술실현가능성

모든 모듈을 구성하고 있는 세부기술들의 개발가능성을 설문을 통해 물었다. 시간과 비용을 고려한 실현가능성에 대한 설문결과이며 다음과 같은 결과를 도출했다.

(a) 리소공정기술 : 모든 세부기술이 실현 가능하다.

⇒ 모듈 6/모듈 10/모듈 13/모듈 14/모듈 15 : 5개 → **5개**

(b) 식각/세정기술 : TME-3과 DC-3 세부기술이 실현 불가능하므로, 이들을 포함하고 있는 모듈 10과 모듈 12는 설정대상에서 제외하도록 한다. 결과적으로 다음 4개의 모듈이 설정의 대상으로 결정되었다.

⇒ 모듈 8/모듈 9/모듈 11/모듈 19 : 6개 → **4개**

모듈의 목표달성치와 기술실현가능성을 기준으로 한 ‘스크리닝’을 통해 각각 5개, 4개, 3개, 3개의 모듈대체안을 도출하

리소공정기술

	DP	광 원	TP	도포액		DP	광 원	TP	도포액
<del>1</del>	<del>1</del>	<del>2</del>	<del>1</del>	<del>4</del>	<b>9</b>	2	2	3	4
<del>2</del>	<del>1</del>	2	4	3	<b>10</b>	2	5	2	1
<del>3</del>	<del>1</del>	4	2	4	<b>11</b>	2	5	2	4
<del>4</del>	<del>1</del>	5	1	4	<b>12</b>	2	5	3	4
<del>5</del>	<del>1</del>	5	2	4	<b>13</b>	5	3	2	1
<b>6</b>	2	1	2	1	<b>14</b>	5	5	2	1
<del>7</del>	2	1	2	4	<b>15</b>	5	5	3	2
<del>8</del>	2	1	3	4					

**Figure 14.** 최저 부분가치의 속성별 수준 제외 과정

게 되었다. 이들은 기술의 조합성, 목표달성치, 기술실현가능성을 모두 만족하고 있다.

이렇게 도출된 기술대체모듈들은 본 적용사례의 목표기술인 256Gb 플래시 메모리 제조공정기술에 대한 선정모형에서 대체안으로 설정되게 된다.

## 6. 결론

본 연구는 각 단계의 제목을 통해서도 알 수 있듯이 기술대체모듈 설정모형에서 스크리닝의 기준을 세부기술 간 조합가능성과 모듈기능의 기술적 목표달성도로 하고 있다. 세부기술 간 조합가능성, 각 조합들의 수행능력, 그들의 기술적 실현과 모듈기능의 기본적 속성 그리고 각 속성별 수준을 일정수준 이상 만족시켜야만 선정된 대체안들이 R&D과제를 성공적으로 달성할 수 있다.

이와 같은 목적을 달성하기 위해 CA를 수행하고 만족 Criteria 내에 속한 대체모듈 중 기술적 달성이 불가능한 것은 대체모듈 설정에서 제외하였다. 이를 통해 R&D과제선정의 정확도를 보다 높일 수 있는 기술대체모듈의 설정프로세스를 완성하게 되었다.

앞서 설명한 것과 같이, R&D과제평가에 대한 기존연구들은 대체안이 설정되었다는 가정 하에 수행되어 왔다. 그러나 이러한 가정은 올바른 과제평가 이후에도 선정된 대체안이 목표기술을 달성하지 못하는 문제를 야기시켰다. 이러한 문제를 해결하기 위해 본 연구를 수행하였으며, 기술 간의 결합성과 대체안의 기술적 목적달성을 입증할 수 있는 기술대체안을 설정함으로써 기존연구의 문제점을 해결할 수 있게 되었다.

또한 AHP, CHPP, DHP 등에서 가지고 있던 대체안의 개념은 R&D과제평가에 적합하지 않은 형태를 띠고 있다. 여러 대체안들 중 하나의 대체안을 선정하는 것이 목적인 기존 평가모형들과 달리 R&D과제는 대체안들 간에 결합을 이루어야만 목표기술을 달성할 수 있기 때문에 평가모형과 평가대상의 괴리가 발생하게 된다. 이로 인해 기존의 평가모형들이 R&D과제평가에 있어서 정확성과 효율성을 인정받지 못해 왔다.

본 연구는 모듈이라는 기술분화의 수준을 중심으로 모듈별

대체안을 구성함으로써 각 모듈에서 선정된 대체모듈들을 결합하여 목표기술을 달성할 수 있도록 대체안들을 설정해 주고 있다. 이로 인해 기존에 평가모형과 평가대상 간에 발생했던 괴리의 문제를 해결할 수 있게 되었다.

그러나 본 연구는 CA를 R&D과제설정에 맞게 활용하였을 뿐, 수리적 방법은 그대로 적용하고 있다. 그렇기 때문에 CA를 통한 수리적 가치의 정확성을 입증하기 위한 적용모형에 대한 연구가 추가적으로 요구되고 있다.

또한 본 설정모형에 적합한 선정모형의 연구도 추가적으로 요구되고 있다. 기존의 R&D과제선정에 대한 연구모형들의 문제를 해결하고는 있지만 본 연구를 통해 도출된 기술대체모듈 설정의 가치를 모두 활용하기 위해서는 새로운 R&D과제선정모형이 필요하다고 할 수 있다.

## 참고문헌

- Mok, Hak Soo and Yang, Tae Il (2002), Systemization of module design of a product, Korean Institute of Industrial Engineers/Korea Management Engineers Society Spring Joint Scholarship Conference, 625-628.
- Yoo, Pil Hwa (1994), Modern Marketing Research, Bubmoonsa, 123-134.
- Kwon, Cheol Shin and Jung, Kil Hwan (1994), Design of the modified AHP model for strategic evaluation of technology alternatives, Korean Institute of Industrial Engineers Fall Joint Scholarship Conference.
- Kalish, Shlomo and Paul Nelson (1991), A comparison of ranking, rating and reservation price measurement in conjoint analysis, *Marketing Letters*, 2(4), 327-335.
- Cho and Kwon (2004), Hierarchies with dependence of technological alternatives: A cross-impact hierarchy process, *European Journal of Operational Research*, 156, 420-432.
- Saaty, T. L. (1980), The Analytic Hierarchy Process, McGraw-Hill, New-York.
- Saaty, T. L. (1983), Priority Setting in Complex Process, *IEEE Transaction on Engineering Management*, 30(3).
- Saaty, T. L. (1986), Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process, *Management Science*, 32(7).
- Saaty, T. L. and Vargas, L. G. (1980), Hierarchical Analysis of Behaviour in Competition: Prediction in Chess, *Behavior Science*, 25.