

# AHP를 이용한 비메모리 반도체칩 제품군 선정에 관한 연구

권철신\* · 조근태\*\*

## An Applied Study of the AHP on the Selection of Nonmemory Semiconductor Chip

Cheol-Shin Kwon\* · Keun-Tae Cho\*\*

### ■ Abstract ■

Despite that the semiconductor industry plays an important role to our economy, it has abnormal industrial structure stressing too much on memory chips. Thus, it is essential for our corporate to develop nonmemory chips to obtain technological leadership in a highly competitive semiconductor market. In this study, we demonstrate how benefit/cost analysis using the Analytic Hierarchy Process (AHP) can be used for the proper selection of nonmemory semiconductor chips : Microprocessor, ASIC, digital IC and Analogue IC. The final results show that ASIC is the most attractive chip to develop, followed by Analogue IC, digital IC and Microprocessor. This is somewhat consistent with the information that we found with respect to the elements that were taken into consideration. Sensitivity analysis is also provided here.

## 1. 서 론

반도체 산업은 최첨단 고부가가치 산업으로서, 기술혁신이 급속히 진행되기 때문에 제품의 Life Cycle이 짧으며, 정보화 시대의 핵심부품산업으로

서 국제경쟁이 치열하다. 또한 무한한 발전가능성을 가진 첨단산업이라는 점과 중요산업의 생산구조 고도화를 위한 기반산업으로서 관련산업의 경쟁력 확보·유지에 필수적인 산업이라는 점 때문에 현재 미국, 일본 등 선진국에서 전략산업으로

\* 성균관대학교 시스템경영공학부 교수

\*\* 성균관대학교 시스템경영공학부 조교수

집중 육성하면서 많은 투자가 이루어지고 있다. 특히 반도체는 전자, 정보통신, 자동차, 기계, 항공우주 등 차세대 제품에 대한 기술적 파급효과가 큰 첨단기술 산업이다[8].

우리 나라의 반도체 산업은 해외 자본에 의한 국내 조립 생산단계(TR 등, 1965~1979), OEM을 통한 일관생산체제 구축단계(1980~1985), Memory(DRAM)의 자체 개발과 초기 양산단계(1986~1990), 국제 경쟁력을 갖춘 Memory 양산단계(1991~1995)를 거쳐 현재 반도체 생산체제의 고도화(제품의 다양화와 기술 경쟁력 확보, 1996~2000)단계에 이르고 있다. 이와 같이 1983년 메모리 일관사업 진출 이후 급속한 발전을 이룩하여, 현재는 미·일에 이어 세계 3위의 반도체 공급국으로 성장하였으며 특히, D램 분야의 경우 생산능력, 공정기술, 가격 및 품질면에서 세계 최고의 경쟁력을 보유하고 있다.

그러나, 우리 나라 반도체 산업이 세계시장 선점 경쟁에서의 주도권을 지속적으로 유지하기 위해서는 비메모리 개발/생산을 위한 R&D투자재원 조달 및 설계인력 확보가 시급히 이루어져야 한다. 시장규모가 훨씬 더 크고 가격이 안정적인 비메모리 분야의 경우 설계기술이 부족하고 산업기반이 취약한 것이 우리 산업의 현실이다. 제품별로 세계 최고 수준의 개발능력이 관심의 대상이며, 많은 설계 전문인력이 소요되나, 국내의 인력 공급 여건은 극히 열악한 상황이다.

이러한 상황에서, 본 연구에서는 여러 비메모리 제품군 중에서 현재 우리가 주력해야 할 제품군이 어떤 것인지를 분석하기 위해 「계층분석과정(Analytic Hierarchy Process : AHP)」에 의한 편익/비용분석에 기초한 평가모형을 통해 최적의 비메모리 반도체칩 제품군을 결정해 보고자 한다.

AHP에 의한 편익/비용분석은 편익과 비용계층을 각각 설계하여 편익계층에서의 대안의 중요도 가중치와 비용계층에서의 대안의 중요도 가중치를 구하여 그 비율(ratio)로서 대안의 상대적 중요도를 평가하는 방식이다. 이러한 방식은 「저개발국가에서의 기술선택문제」[14], 「R&D프로그램을 위한 자원

배분문제», 「기업차원에서의 포트폴리오 선택문제», 「인력의 프로젝트 할당문제」 등[1]의 연구에 활용되어 왔다.

복잡한 시스템에 대한 평가 및 결정문제에 있어서 대안의 평가기준은 정량적 자료로 표현될 수 있는 것들도 있지만, 정성적 자료로 밖에 표현될 수 없는 것들도 있다. 이러한 상황에서 행해지는 최적의사결정은 이들 자료를 토대로 한 판단기준들 또는 대안들 간에 우선순위를 어떻게 두는가에 따라 달라지게 된다.

이러한 관점에서 볼 때, 다수의 기준하에서 평가되는 다수의 대안들의 우선순위를 선정하는 AHP 수법을 적용하여 대안들의 가치를 평가하고, 우선순위를 결정하고자 하는 본 연구에서의 접근방법은 타당하다고 본다. 또한, 이러한 AHP수법은 다속성 의사결정분석의 선호보정이 있는 모형으로 의사결정에 관여한 사람들간의 주관적 판단의 민감도를 분석하고, 이를 어느 정도 보정할 수 있다는 점에서 적용의 타당성이 확보된다고 할 수 있다.

## 2. 반도체 산업 및 기술의 현황

세계반도체무역통계기구(WSTS)는 올해 반도체 세계시장이 지난해보다 14.3% 늘어난 1천6백15억 달러에 달할 것이라고 밝혔다(<표 1> 참조). 우리나라의 주력제품인 D램의 경우, 작년 1백94억달러(전년대비 38.7% 증가)에서 금년 2백52억달러(29.7%), 2001년엔 3백8억달러(22.1%)에 달할 것

<표 1> 연도별 세계 반도체 시장 규모 (억불, %)

구 분	'96	'97	'98	'99	2000	2001
전 체	1,320 (-8.6)	1,372 (5.5)	1,256 (-1.8)	1,414 (12.6)	1,615 (14.3)	1,862 (15.3%)
메모리	360 (-32.6)	293 (-18.6)	230 (-21.6)	281 (22.4)	339 (20.5)	405 (19.4%)
D 램	251 (-38.5)	197 (-21.5)	140 (-29.2)	183 (31.0)	233 (26.9)	289 (24.2%)
비메모리	960 (5.4)	1,079 (-14.4)	1,026 (-1.6)	1,133 (10.4)	1,276 (12.6)	1,457 (14.2%)

으로 내다봤다[4].

그러나 이러한 예측에도 불구하고 반도체 강국으로 알려진 한국이 머지않아 반도체 수입국으로 전락할 가능성이 높은 것으로 나타났다. 한국반도체산업협회에 따르면 올해 반도체 수출 예상치는 203억 달러로 지난해의 170억 달러보다 19.3% 증가했으나 지난 96년(178억달러) 이후 3년 동안 증가율은 그 동안의 반도체 경기 침체로 14%에 그쳤다. 이에 따라 조립품을 제외한 한국의 세계 반도체 시장점유율도 <표 2>에서 보는 바와 같이 지난 96년의 7.9%에서 97년 6.8%, 98년 6.2%로 지속적으로 하락하고 있는 추세다. 반면 수입액은 지난해보다 33.7% 늘어난 160억달러에 이를 것으로 전망됐다. 이는 지난 96년(105억달러)에 견주어 51.6%나 늘어난 것이다.

<표 2> 국별 세계시장 점유율 (단위 : %)

구 분	'96	'97	'98
미 국	45.1	49.2	52.3
일 본	35.8	32.5	29.4
한 국	7.9	6.8	6.2

D램 반도체 수출액은 지난 96년 86억 달러에서 64억 달러(97년), 49억 달러(98년), 75억 달러(99년)로 최근 경기 회복에도 불구하고 담보 상태를 면치 못하고 있다. 이와 함께 웨이퍼 등 반도체 생산재료와 장비가 대부분 수입품이어서 반도체 수출로 벌어들이는 달러의 상당액이 수입대금으로 다시 빠져나가고 있는 것으로 지적됐다. 현재 반도체 제조장비와 재료의 국산화율은 각각 15%와 48%에 머물러 있다. 한국반도체산업협회는 “세계 반도체 시장에서 메모리 부문의 비중이 18%에 불과한 데 반해 한국은 77%에 달하고 있어 메모리 시장이 불황으로 접어들 경우 국가적 타격이 우려된다”고 밝히고 있다. 이처럼 가파른 반도체 수입 상승 추세가 계속될 경우 한국은 3년 뒤인 2002년에는 반도체 수입이 수출을 초과해 반도체 강국으로서의 위상을 상실할 것으로

우려된다.

우리 나라 반도체 분야가 수출에 비해 수입이 급증하는 이유는 수출이 D램 등 메모리 반도체에 치우쳐있는 반면, 국내에서 전자기기의 핵심 부품인 비메모리 반도체의 수요는 급증하고 있기 때문이다. 즉, 각종 전자제품의 디지털화가 급격하게 이뤄지고 있어 한국의 경우 전자제품 수출이 늘어날수록 비메모리 반도체 수입은 급속히 늘어날 전망이다.

<표 3>에서 보는 바와 같이 세계 반도체시장의 경우 비메모리 부문이 82%를 차지하는 데 반해, 메모리 부문은 18%에 불과한 실정이며, 한국이 수입하는 반도체는 전체의 85%가 주문형 반도체(ASIC) 등 비메모리 반도체다. 특히 수출 주력제품인 D램 반도체의 경우 지속적인 설비투자과 기술개발 등에도 불구하고 가격 하락 등으로 인해 수출액이 늘어나지 않고 있어 반도체 사업구조의 질적 전환이 시급한 실정이다[5].

<표 3> 메모리와 비메모리의 편중비율

	메모리 : 비메모리
세 계	18 : 82
미 국	9 : 91
일 본	22 : 78
한 국	82 : 18

한편, 주요국의 반도체 기술수준을 비교한 <표 4>를 보면, 메모리 분야에서는 기초기술에서부터 조립기술까지 거의 선진국 수준이나, 비메모리 분야에서는 그 격차가 상당한 수준에 이르고 있다.

<표 4> 주요국의 기술수준 비교지수 (일본 : 100)

구 분	메모리		비메모리	
	미 국	한 국	미 국	한 국
기초기술	100	80	140	30
설계기술	100	95	150	30
제조기술	60	100	70	85
조립기술	50	100	60	90

특히 기초 및 설계기술이 취약한 것으로 지적되고 있다.

이에, 과기부는 반도체산업분야에 2003년까지 834억 원을 투입해 시스템집적 반도체(비메모리)의 설계기술을 세계 정상수준으로 개발, 확보하고 올해 1.6%으로 예상되는 세계시장점유율을 2003년까지 3.5%로 끌어올릴 계획이다[3].

### 3. 모형의 적용

#### 3.1 AHP 모형

1970년대 초반 Saaty에 의하여 개발된 계층분석과정(AHP) 의사결정모형은 의사결정의 계층구조를 구성하고 있는 요소간의 쌍대비교(pairwise comparison)에 의한 판단을 통하여 평가자의 지식, 경험 및 직관을 포착하고자 하는 의사결정을 지원 하는 하나의 새로운 방법론이다. 이 모형은 이론의 단순성 및 명확성, 적용의 간편성 및 범용성이라는 특징으로 여러 의사결정분야에서 널리 응용되어 왔으며, 이론구조 자체에 관해서도 활발한 연구가 진행되고 있다[1, 7]. AHP는 일반적으로 다음과 같은 4단계의 작업으로 수행된다.

<단계 1> 의사결정문제를 상호 관련된 의사결정 사항들의 계층으로 분류하여 의사결정계층(Decision Hierarchy)을 설정한다. AHP 모형의 적용에서 가장 중요한 단계라 할 수 있는 첫 번째 단계에서 의사결정 분석자는 상호 관련되어 있는 여러 의사 결정 사항들을 계층화한다. 계층의 최상위 층에는 가장 포괄적인 의사결정의 목적이 놓여지며, 그 다음의 계층들은 의

사결정의 목적에 영향을 미치는 다양한 속성들로 구성된다. 계층 내의 각 요소들은 서로 비교 가능한 것 이어야 하며, 계층의 최하층은 선택의 대상이 되는 의사결정 대안들로 구성된다.

<단계 2> 의사결정 요소들 간의 쌍대비교로 판단자료를 수집한다. 이 단계에서는 상위 계층에 있는 목표를 달성하는데 공헌하는 직계 하위계층에 있는 요인들을 쌍대비교하여 행렬을 작성한다. 쌍대비교를 통하여 상위 항목에 기여하는 정도를 9점 척도를 사용하여 부여한다.

<단계 3> 고유값 계산방법을 사용하여 의사결정 요소들의 상대적인 가중치 값을 산정한다. 이 단계에서 판단의 일관성을 일관성 비율(Consistency Ratio : CR)지수를 통하여 체크할 수 있다. 통상 CR이 10%이내에 들 경우, 해당 쌍대비교 행렬은 일관성이 있다고 본다.

<단계 4> 평가대상이 되는 여러 대안들에 대한 종합순위를 얻기 위하여 의사결정사항들의 상대적인 가중값을 종합화한다.

#### 3.2 제품군 대안

비메모리라는 개념은 메모리를 제외한 반도체 제품을 통칭해 비메모리, 또는 좁은 의미의 특수 용어로서 마이크로 제품이라 한다. 비메모리는 마이크로, ASIC(주문형 반도체), 디지털 바이폴라 IC, 아날로그 IC 등으로 나뉘며, 마이크로는 다시 컴퓨터의 중앙 처리 장치로 주로 사용되는 마이크로 프로세서, 마이크로 컨트롤러, 디지털 신호 프로세서 등으로 구분된다. 본 연구에서는 D램을 제

〈표 5〉 비메모리 반도체의 분류 및 기능

	분류	기능
비메모리 반도체	마이크로 프로세서	MPU, MCU, 논리연산, 저장, 제어, 신호제어, 고속 연산 처리, 컴퓨터 주변기기 제어, 컴퓨터, 가전용 기기, FA기기, OA기기, 오락기, 통신용 기기 등 산업 전반
	ASIC	논리 연산, 기억, 전송, 변환 등 전자 계산기, 전화 교환기, 컴퓨터, FA기기
	디지털 IC	논리 연산, 가전용 기기, 통신용 기기, 신호 변환기 등
	아날로그 IC	하이브리드 IC, 신호처리, 증폭, 전원제어, 가전용 기기, 견산 증폭기, D/A A/D 변환기, 전원 공급 장치

외한 비메모리 반도체 칩, 즉 마이크로 프로세서, ASIC, 디지털 IC, 아날로그 IC 등 네 가지 제품군을 대안으로 삼고자 한다. <표 5>는 비메모리 반도체의 분류 및 기능을 나타내고 있다[8].

### 3.2.1 마이크로프로세서(MicroProcessor)

한 개의 IC칩으로 된 CPU를 가리킨다. CPU는 레지스터, ALU, 멀티플렉서, 디코더 등 여러 가지 디지털 기능을 수행하는 소자들을 조합해서 설계할 수가 있다. 이러한 설계 방식은 어떤 특수한 용도에 맞게 설계할 수 있는 장점이 있다. 그렇지만 CPU는 컴퓨터의 부품 중에서 광범위하게 사용되는 소자이므로 표준화된 하나의 집적회로로 설계하는 것이 유용할 수가 있다. 여러 IC칩으로 설계한 CPU와는 다르게, 마이크로프로세서에서는 직접적으로 레지스터나 ALU 등과 외부 부품을 연결할 수가 없으며, 다만 이 칩의 단자를 통해서만 정보전달이 가능하다. 또 마이크로프로세서는 CPU의 모든 내용이 하나의 조그만 칩 속에 내장됨으로 해서, 가격이 훨씬 싸지며 부피가 줄어든다는 중용한 장점이 있다. 저렴한 가격과 작은 크기로 인해 마이크로프로세서가 이전에는 경제성이 없던 구조를 설계가능하게 해줌으로써 컴퓨터 설계방법에 있어 변혁을 가져오게 했다. 마이크로프로세서는 다양한 방면에 응용되고 있다. 범용 컴퓨터의 CPU로나 특수용 컴퓨터의 프로세서로 뿐만 아니라, 교통신호 제어, 개인 가정용 컴퓨터, 계측 제어 기기, 사업용 업무처리 등 다양하게 사용되고 있다.

### 3.2.2 ASIC(주문형 반도체)

이는 고객의 주문에 의해 설계된 회로를 반도체에 내장해 주문자에게 제공하는 반도체 칩으로서, 대부분 특정 용도로 사용되기 때문에 특수 용도 반도체라는 이름으로도 불린다. ASIC은 기본적으로 소량 다품종 생산 체제로 이루어지고, 특수한 기능을 구현해야 하기 때문에 설계 능력이 특히 중요하다. 부가가치도 높다는 특징이 있다.

ASIC이 발달하기 위해서는 근본적으로 완제품

전자산업이 활성화되어야 한다. TV, VCR, 오디오, 팩시밀리 등 정보를 처리하는 각종 기기에 들어 있는 여러 개의 부품을 하나로 묶어 원칩화하는 것이 가장 중요하기 때문이다. ASIC기술이 발달하면 전자 제품의 크기를 대폭 줄이고 원가를 절감할 수 있다. 특히 부품 수를 줄임으로써 부품간을 연결하는 회로가 줄어들고 부품간 연결이 간단해져서 제품의 성능도 향상된다.

### 3.2.3 바이폴라 디지털 IC

이는 논리 연산 기능을 수행하는 것으로서, 가전용 기기나 통신용, 신호 변환기 등의 용도로 사용된다.

### 3.2.4 리니어 IC

이는 신호의 표현 및 처리를 연속적인 변환에 의해 인식하는 아날로그 IC를 말하며, 오디오·비디오, 통신 기기, 신호 변환기용 제품 등 대부분의 전자 제품에 일반적으로 사용된다. 전원 공급 장치에 포함되기도 한다.

## 3.3 평가기준

본 연구에서는 평가시 편익측면과 비용측면을 동시에 고려한 편익/비용분석을 수행하고자 한다. 따라서 평가기준도 편익측면과 비용측면으로 나누어 각각에 대한 검토를 행하였다. 이와 같이, 평가기준을 통합하여 하나의 의사결정계층으로 설계하지 않는 이유는 평가기준들간의 쌍대비교문제가 발생하기 때문이다.

AHP의 특징중의 하나는 계층내 같은 레벨(단계)에 있는 요소는 비교가능해야 한다는 점이다. 그런데, 기준들을 하나의 계층으로 통합하게 되면 이러한 쌍대비교가 어렵다는 점이다. 예를 들어, 본 연구에서 경제성기준에 편익의 3가지 하위기준과 비용의 4가지 하위기준을 동일 레벨의 요소로 상정하게 되면 모두 7개의 기준이 되고, 이들간의 쌍대비교를 행해야 한다. 여기서, 가령, 부가가치(편익기

준)와 운영비(비용기준)간의 상대적 중요도를 평가하기란 쉬운 일이 아니다. 왜냐하면 속성이 다르기 때문이다. 따라서, 편익은 편익기준끼리, 비용은 비용기준끼리 쌍대비교하는 것이 타당한 것이다.

AHP에서 평가기준을 설정함에 있어 간과해서는 안되는 사항은 「상호배타성(Exclusiveness)」, 「완전결합성(Completeness)」, 「처리성(Optimum size)」이라는 평가기준선정의 기본원리에 충실히 따라야 한다는 점이다. 이는

- 첫째, 항목간에 독립성이 유지되고,
- 둘째, 상위항목에 대한 하위요인의 종속성이 확보되고,
- 셋째, 처리가능한 항목의 수를 유지해야 하는 원리가 충족되어야 한다는 것을 의미하는 것이다.

본 연구에서는 이러한 원리에 입각하여 어떤 비메모리 반도체칩 제품군이 선정되어야 할 것인가의 판단기준을 설정하였다. 본 연구의 의사결정대안인 제품군을 연구개발프로젝트(기술과제)로 볼 때, 이는 통상 시즈(seeds)와 니즈(needs)의 결합체라고 볼 수 있으며, 따라서, 이를 평가하기 위해서는 당연히 기술적인 측면과 경제적(시장적)인 측면이 강조되어야 한다고 판단된다. 나아가, 세부기준들 역시, 반도체 관련 여러 문헌들과 설문조사에 응한 전문가 집단들로부터 의견을 참조하여 반도체 제품군 선정에 관련한 세부평가기준을 잡았다. 이는 3가지 기본원리를 충족시키고 있다고 판단된다.

### 3.3.1 편익 기준

편익측면에서의 경제성은 특정 반도체칩을 주력제품으로 선정할 경우 얻을 수 있는 편익 중에서 경제적인 측면을 평가할 수 있는 부분이다. 이를 위해 자본회수속도, 부가가치, 시장진출용이성을 고려하고자 한다.

자본회수속도란 초기 자본투입비가 얼마나 빨리 회수되는지를 나타내어 주는 속도의 개념으로서 제

시한다. 인텔을 제외한 대부분의 반도체 업체의 자본회수비용은 자본비용을 밀돌고 있으며 인텔사의 마이크로프로세서는 자본회수속도 및 자본회수율이 상당히 높은 것으로 알려져 있다. 부가가치는 수익측면에서 경제성을 평가할 때 없어서는 안될 중요한 요소이다. 비메모리칩은 일반적으로 메모리칩보다 부가가치가 높지만 비메모리칩들 사이에서도 그 차이를 무시할 수 없다. 시장진출용이성은 시장진입이 용이한 정도를 평가한다. 반도체는 시장진입이 다른 산업에 비해 쉽지만 제품의 라이프사이클이 짧아 시장진출을 위해선 상당한 인프라구축이 선행되어야 한다. 그리고 어느 한 기업이 특정제품에 대해 독보적인 기술과 시장을 점유하고 있을 경우 그 제품에 대한 획기적인 기술 및 기타요소에 따른 경쟁력이 없다면 시장진출은 제고되어야 한다. 현재 미국의 마이크로와 인텔사는 마이크로 프로세서에 대해 독보적인 위치를 확보하고 있다.

기술성은 특정 반도체칩을 주력업종으로 선정했을 경우 기술적 측면에서 얻는 편익을 측정할 수 있는 평가요소를 의미한다. 여기에서는 기술과급도와 기술발전성을 그 기준으로 삼는다.

기술과급도는 비메모리 반도체부문에서 개발한 기술이 사회나 업계에 미치는 영향을 고려한 것이고, 기술발전성은 특정 반도체에 사용되는 기술이 앞으로 얼마나 발전할 수 있는지의 그 가능성을 묻는 것이다. 인터넷 관련 분야의 급속한 성장 및 통신(기기)의 발달은 새로운 반도체칩 수요를 창출하고 디지털 TV등의 개발은 주문형 반도체의 수요증가를 가져온다. 이에 해당되는 반도체칩 기술은 크게 발전될 수 있을 것이다.

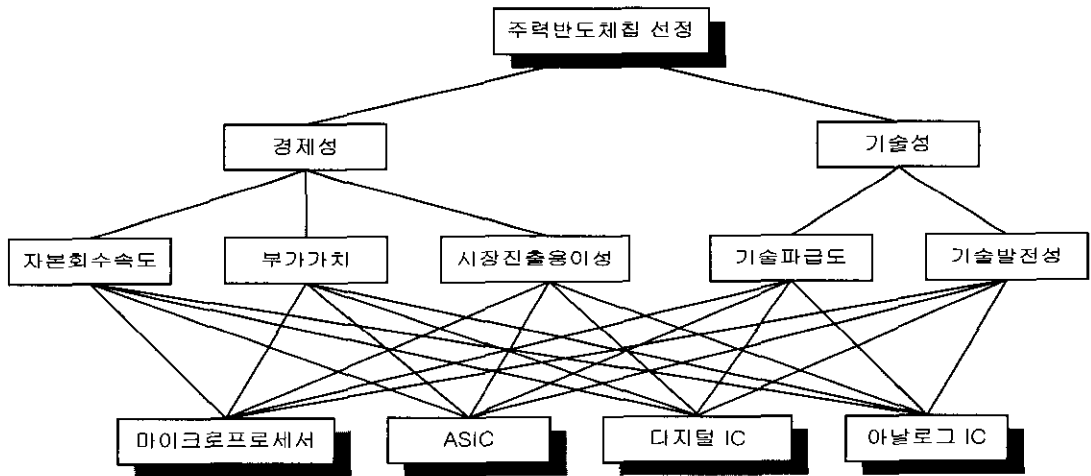
### 3.3.2 비용 기준

비용측면에서의 경제성은 특정 반도체칩을 주력제품군으로 선정할 때 이를 위해 들어야 하는 투입 중 비용에 관계된 것을 평가한다. 본 연구에선 초기시설투자비, 운영비, 기술투자비, 인건비를 포

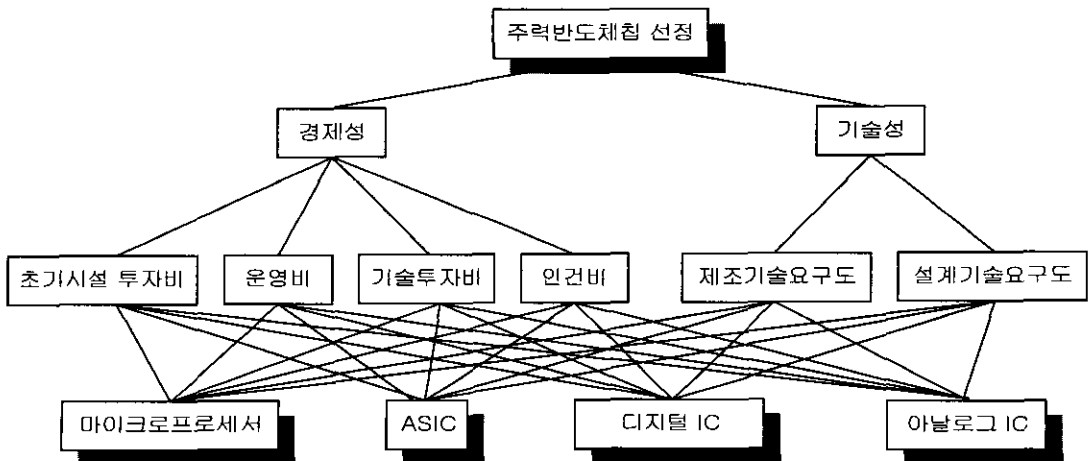
합시켰다.

반도체 산업은 기반산업이면서 위험산업이다. 막대한 자금을 요하며 특히 초기시설에 상당한 양의 자금이 소요된다. 특히 기존에 양산했던 칩과 공정자체가 상이한 경우 초기시설에 막대한 자금이 소요된다. 초기시설투자비는 각각의 대안에 대해 이러한 사항을 평가한다. 운영비에는 재료비, 장비비(초기에 고정적으로 들어가는 장비는 초기시설 투자비에 포함시킨다.) 및 운영상의 비용이 포함된다. 어느 부분을 막론하고 현재 우리 반도체 산업

에서 재료나 장비등은 모두 수입에 의존하고 있는 실정이다. 운영의 차이에서 발생하는 생산성의 격차는 매우 크다. 기술투자비는 비메모리 반도체의 R&D비용과 기술을 관리하기 위해 드는 비용을 평가한다. 반도체는 기술의 라이프사이클이 짧기 때문에 지속적인 기술투자가 있어야 한다. 특히 특화재의 성격을 띄는 비메모리 반도체의 경우 설계기술에 많은 투자가 있어야 한다. 기술인력을 관리하는 비용은 기술투자비에 속한다. 이를 제외한 운영상의 인력관리비용을 인건비로서 따로 평가했다.



<그림 1> 편익측면에서의 계층모형



<그림 2> 비용측면에서의 계층모형

기술성은 특정 반도체칩을 주력 반도체칩으로 선정할 때 요구되는 기술적인 측면을 평가하기 위한 요소들이다. 반도체 생산에 필요한 기술은 제조기술과 설계기술로 요약된다. 제조기술은 말 그대로 제조기술 부문과 관련된 기술로서 반도체의 특성상 미세공정기술이 요구된다. 우리나라의 제조 및 공정기술은 세계적인 수준이다. 설계기술은 반도체가 특정 목적의 기능을 구현할 수 있도록 회로를 설계하는 기술이다. 우리나라의 경우 1차적으로 기초기술이 부족하고 시스템 설계 인력이 부족하여 독자적인 시스템칩도 디자인하기 어려운 실정이다.

지금까지 살펴본 반도체칩 제품군대안에 대하여 각 평가기준별로 선호도 평가를 위해 설계된 계층구조 모형은 편익계층인 <그림 1>과 비용계층인 <그림 2>와 같다.

3.4 쌍대비교 평가

<표 6> 편익측면의 주기준간 중요도 평가결과(CR : 0.00)

	경제성	기술성
경제성	1	1
기술성	1	1

<표 7> 편익측면의 경제성의 하위기준간 중요도 평가결과(CR : 0.00)

	자본회수속도	부가가치	시장진출용이성
자본회수속도	1	1/5	1/5
부가가치	5	1	1
시장진출용이성	5	1	1

<표 6>에서 <표 13>에 나타난 쌍대비교는 전

<표 9> 편익측면의 대안간의 중요도 평가결과

			마이크로	ASIC	디지털	아날로그
경제성	자본회수율 (CR : 0.01)	마이크로	1	1	5	5
		ASIC	1	1	7	7
		디지털	1/5	1/7	1	1
		아날로그	1/5	1/7	1	1
	부가가치 (CR : 0.03)	마이크로	1	1	7	9
		ASIC	1	1	7	9
		디지털	1/7	1/7	1	3
		아날로그	1/9	1/9	1/3	1
	시장진출용이성 (CR : 0.00)	마이크로	1	1/3	1/3	1/3
		ASIC	3	1	1	1
		디지털	3	1	1	1
		아날로그	3	1	1	1
기술성	기술과급도 (CR : 0.01)	마이크로	1	1	5	3
		ASIC	1	1	5	5
		디지털	1/5	1/5	1	1
		아날로그	1/3	1/5	1	1
	기술발전성 (CR : 0.01)	마이크로	1	1/3	1	1
		ASIC	3	1	5	3
		디지털	1	1/5	1	1
		아날로그	1	1/3	1	1



〈표 8〉 편익측면의 기술성의 하위기준간 중요도 평가결과(CR : 0.00)

	기술과급도	기술발전성
기술과급도	1	1
발전가능성	1	1

〈표 11〉 비용측면의 경제성의 하위기준간 중요도 평가결과(CR : 0.00)

	초기시설 투자비	운영비	기술 투자비	인건비
초기시설투자비	1	3	3	3
운영비	1/3	1	1	1
기술투자비	1/3	1	1	1
인건비	1/3	1	1	1

〈표 10〉 비용측면의 주 기준간 중요도 평가결과(CR : 0.00)

	경제성	기술성
경제성	1	3
기술성	1/3	1

전문가는 모두 7명이었으며 각 대학에서 반도체를 연구하는 교수 6명과 업체 대표로서 삼성전자부장 1명으로 구성하였다. 쌍대비교는 평가자 개개인이 독립적으로 수행하였으며 처음부터 쌍대

문가의 설문을 통해 실시되었다. 설문에 참여한

〈표 13〉 비용측면의 대안간의 중요도 평가결과

		마이크로	ASIC	디지털	아날로그	
경제성	초기시설투자비 (CR : 0.04)	마이크로	1	7	3	5
		ASIC	1/7	1	1/3	1
		디지털	1/3	3	1	1
		아날로그	1/5	1	1	1
	운영비 (CR : 0.00)	마이크로	1	1	1	1
		ASIC	1	1	1	1
		디지털	1	1	1	1
		아날로그	1	1	1	1
	기술투자비 (CR : 0.04)	마이크로	1	3	3	5
		ASIC	1/3	1	1/3	1
		디지털	1/3	3	1	3
		아날로그	1/5	1	1/3	1
	인건비 (CR : 0.00)	마이크로	1	1	1	1
		ASIC	1	1	1	1
		디지털	1	1	1	1
		아날로그	1	1	1	1
기술성	제조기술요구도 (CR : 0.01)	마이크로	1	5	3	3
		ASIC	1/5	1	1	1
		디지털	1/3	1	1	1
		아날로그	1/3	1	1	1
	설계기술요구도 (CR : 0.03)	마이크로	1	3	9	9
		ASIC	1/3	1	7	7
		디지털	1/9	1/7	1	1
		아날로그	1/9	1/7	1	1

〈표 12〉 비용측면의 기술성의 하위기준간 중요도 평가결과(CR : 0.00)

	제조기술요구도	설계기술요구도
제조기술요구도	1	1/5
설계기술요구도	5	1

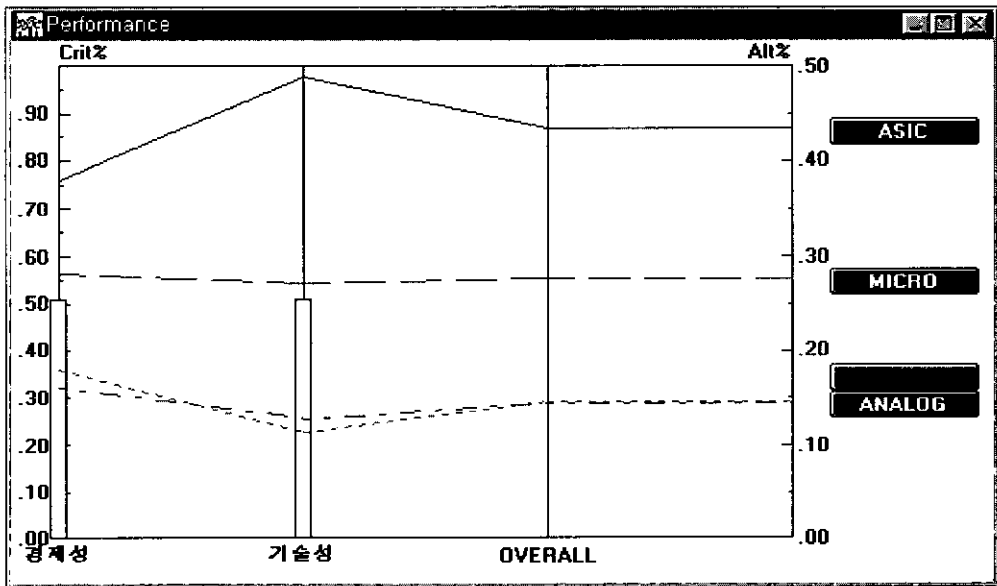
비교표를 주어 실시한 것이 아니라 각 요소들에 대해 10점 척도를 부여해 평가치들을 평균하여 최종값을 산출하였다. 즉, 10점을 만점으로 하여 각 요소의 중요도를 개별적으로 평가하게 하여, 전문가개인의 값들을 평균하였다. 그리고 이를 이용

하여 쌍대비교표를 작성하였다

쌍대비교표의 각 셀에 해당되는 값들은 요소들이 갖는 중요도 가중치의 비교대상과의 차이를 이용하였다. 그 차이가 0.6이하이면 '1'의 중요도를 부여하였고(비교대상과 같은 중요도), 0.6에서 1.2사이이면 비교대상보다 '3'정도 더 중요하다고 보았다. 그리고 1.2에서 1.8이면 '5', 1.8에서 2.4이면 '7', 그 이상이면 '9'의 상대적 중요도를 부여하였다. 이와같은 평가방식을 사용한 이유는 보다 신뢰성있는 평가결과를 얻기 위함이었다. AHP방법을 잘모르는 또는 잘 안다고 하더

〈표 14〉 편익계층의 중요도 가중치

목 적	상 위 기 준		하 위 기 준		대 안			
	평가기준	가중치	평가기준	가중치	마이크로 프로세서	ASIC	디지털IC	아날로그 IC
주력 반도체칩 선정	경 제 성	0.500	자본회수속도	0.045	0.018	0.021	0.003	0.003
			부가가치	0.227	0.100	0.100	0.018	0.009
			시장진출용이성	0.227	0.023	0.068	0.068	0.068
	기 술 성	0.500	기술파급도	0.250	0.096	0.108	0.022	0.025
			기술발전성	0.250	0.040	0.136	0.035	0.040
평가대안의 종합 가중치					0.276	0.433	0.146	0.145



〈그림 3〉 대안의 중요도(편익측면)

라도 실제로 1~9점까지의 척도를 이용하여 각 요소간의 쌍대비교를 행하는 것이 쉽지 않기 때문이다

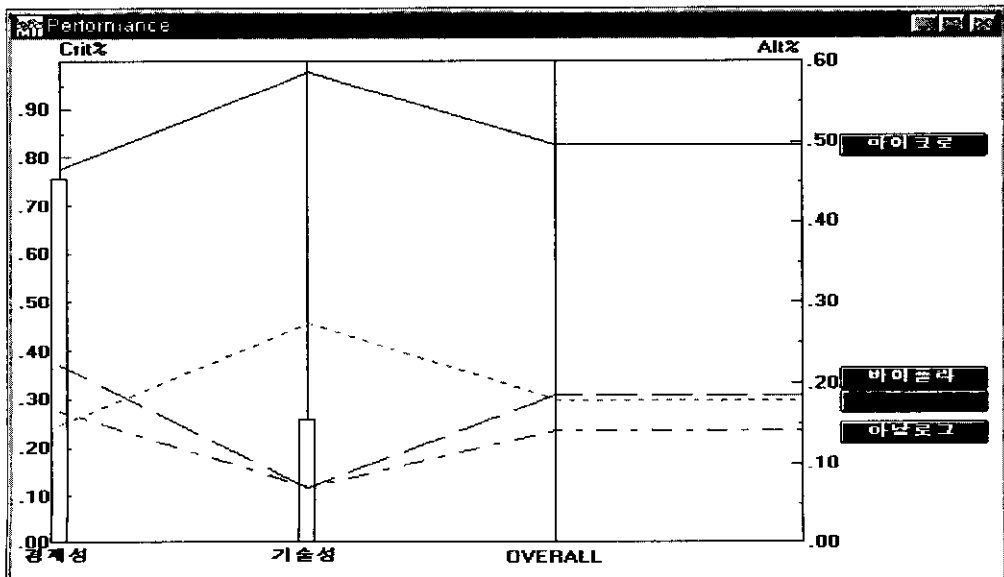
쌍대비교는 수익과 비용측면에서 모두 수행하였으며 각각의 결과치(최종 가중치)로 편익/비용 분석을 실시하여 최적대안을 도출하였다. 쌍대비교 평가결과, 일관성 지수는 모두 0.1보다 작아 전문가의 평가가 일관성이 있는 것으로 판단하였다.

#### 4. 적용의 결과

AHP에 의한 편익/비용 분석 결과, <표 14>와 <그림 3>에서 보는 바와 같이 편익측면에서는 ASIC(주문형 반도체)가 43.3%로 가장 높게 나타났다. ASIC은 경제성과 기술성 모두에서 다른 대안보다 상대적으로 높은 편익이 기대되고 있으며, 특히 타 대안에 비해 ASIC 기술의 파급효과 및 그 발전가능성이 매우 높은 것으로 나타났다. 마이크로 프로세서 역시 다른 대안들(아날로그 IC, 디지털 IC)보다는 높은 편익을 가지지만 (27.6%) ASIC과의 차이는 약 15.7%로 현저한 차

<표 15> 비용계층의 중요도 가중치

목적	상위 기준		하위 기준		대안			
	평가기준	가중치	평가기준	가중치	마이크로 프로세서	ASIC	디지털IC	아날로그 IC
주력 반도체칩 선정	경제성	0.750	초기시설투자비	0.375	0.222	0.033	0.072	0.048
			운영비	0.125	0.031	0.031	0.031	0.031
			기술투자비	0.125	0.065	0.014	0.033	0.012
			인건비	0.125	0.031	0.031	0.031	0.031
	기술성	0.250	제조기술요구도	0.042	0.023	0.006	0.007	0.007
			설계기술요구도	0.208	0.124	0.063	0.011	0.011
평가대안의 종합 가중치					0.496	0.176	0.184	0.140



<그림 4> 대안의 중요도(비용측면)

이를 보였다. 아날로그 IC와 디지털 IC는 각각 14.6%, 14.5%로 상대적으로 낮은 편익을 갖는 것으로 나타났다.

한편, <표 15>와 <그림 4>에서 보는 바와 같이 비용측면에서는 편익측면보다 더욱 큰 격차를 보이고 있다. 마이크로 프로세서는 49.7%로 경제성과 기술성 모두 다른 대안에 비해 높은 결과치를 보였다. 이는 결국 마이크로 프로세서를 주력 반도체칩으로 선정할 경우 상당한 비용투자를 감수해야 한다는 의미이다. ASIC(18.4%)은 경제성면에서는 가장 낮은 비용이 들지만 기술성측면에서는 다른 대안들보다 많은 투입을 요할 것으로 예상된다. 그러나 전체적으로 보면 디지털 IC(17.8%), 아날로그 IC(14.1%)와 거의 비슷한 수준이다.

<표 16>에 나타난 바와 같이 최종적으로 편익/비용 분석을 통해 단위 비용당 편익을 비교한 결과, ASIC이 가장 좋은 대안으로 나타났다. ASIC(주문형 반도체)은 편익측면에서도 0.433으로 가장 높고 비용은 다른 대안에 비해 큰 차이가 나지 않는 0.176의 값을 가져 단위 비용당 편익이 2.423으로 가장 높다.

마이크로 프로세서는 편익측면에서는 0.276으로 ASIC에 이어 두 번째로 높지만 비용이 월등히 높아 단위 비용당 편익은 4개의 대안 중 가장 낮은 값으로 산출되었다. 결국, 우리 나라의 반도체 산업의 비메모리분야 제품군내에서는 ASIC이 가장 유망한 대안으로 판명되었다.

<표 16> 대안에 대한 최종 편익/비용 분석 결과

평가대안	편익	비용	편익/비용	순위
마이크로 프로세서	0.276	0.496	0.555	4
ASIC	0.433	0.176	2.423	1
디지털 바이올라	0.146	0.184	0.793	3
아날로그	0.145	0.140	1.032	2

## 5. 결 론

AHP를 이용한 편익/비용 분석 결과는 ASIC(주문형 반도체)가 현시점에서 우리 반도체 산업이 주력해야 할 비메모리 반도체칩이라는 사실을 알려 준다.

일반적으로 수익이 높다고 알려진 마이크로 프로세서는 높은 비용으로 인해 주력 반도체칩으로 선정하기에는 무리가 있다. 하지만 컴퓨터산업이 현재는 물론 미래에도 무궁한 발전가능성이 있다는 사실을 상기할 때 핵심 설계 기술 및 공정 기술을 동원할 수는 없을 것이다. 주력으로 선정할 수는 없어도 적절한 제품 믹스는 이루어져야 한다.

ASIC은 현재 우리나라에서 가장 많이 수입을 하는 반도체군중 하나로서 디지털 TV 및 통신기기의 여러 부분에서 많은 사용이 예상되는 칩이다. 이번 결과는 이런 측면에서 상당한 의미가 있다고 본다. ASIC은 설계기술이 특히 요구되는 분야이다. 현재 우리 나라의 설계기술은 선진국에 비해 많이 뒤떨어지고 있는 것이 사실이지만 정부 및 기업은 비메모리산업의 중요성을 인식하여 SYSTEM IC 2000사업에 천문학적인 비용을 투자하여 우수한 설계인력을 양성할 계획을 가지고 있다. 이 사업이 완성될 쯤엔 우리 나라도 한 쪽만 큰 기형적인 산업구조에서 벗어나 진정한 반도체 강국이 실현될 수 있을 것이다. 이러한 분위기는 본 연구에서 최적 대안으로 선정된 ASIC이 비메모리 반도체 중에서도 상당한 설계기술을 요한다는 사실에 비추어 볼 때, 결정근거에 힘을 실어주는 대목이다.

본 연구에서는 우리 나라 반도체 산업이 비메모리분야에도 역량을 기울여야 한다는 것을 전제로 한 것이지 기존의 D램부분을 이제 포기해야 된다는 의미는 아니다. 메모리 부분, 특히 D램은 앞으로도 많은 부분에서 사용되는 발전가능성이 높은 제품이고 또한 부가가치가 낮은 편이 아니다. 메모리 부분은 계속해서 현재 위치를 고수해 나가야 한다.

본 연구의 목적은 향후 우리 나라 반도체산업의

국제경쟁력 유지에 관건인 비메모리 반도체칩 제품군의 선정에 대한 문제에 초점을 맞추어, AHP의 적용가능성을 모색하고자 한 것이었는 바, 다기준 의사결정수법의 하나인 AHP를 통하여 기술시스템 자체에 대한 검토를 경제성, 기술성 등 다수의 기준하에서 통합적으로 고려하고 평가할 수 있는 모델을 제시했다는 점에서 본 연구의 의의는 크다 하겠다.

이러한 연구의 의의와 더불어, 기술성과 경제성에 대한 합리적인 평가기준을 세부적으로 설정하는 작업과 그들간의 상호관련성에 대한 더욱더 면밀한 검토를 행할 필요가 있어, 이를 추후의 연구과제로 제시하고자 한다. 즉, 어떤 의사결정문제든지 간에 완벽한 평가기준을 설정하는 작업은 쉽지 않으며, 따라서 비록 체계적이고 합리적인 과정을 통해 평가기준을 설정하였다고 하더라도 여전히 논의 대상이 될 수 있으며, 나아가, 이 문제를 AHP에서 다소 진전된 방법으로서, 평가요소간의 상호관련성을 고려할 수 있는 의사결정기법인 Analytic Network Process(ANP)[13]를 이용하여 접근해 볼 수 있다 하겠다.

## 참 고 문 헌

- [1] 권철신, 조근태, 홍순욱 역, 「리더를 위한 의사결정」, 동현출판사, 2000.
- [2] 맥킨지연구소, 「맥킨지 산업별 보고서」, 매일경제신문사, 1998.
- [3] 박영준, 김재식, 박세근, 성만영(시스템집적반도체 연구개발사업단), 「System IC 2010 사업과 국책사업 방향」, 2000.
- [4] 산업자원부, “수출애로과약을 위한 업계간담회”, 「한국반도체산업협회」, 2000.
- [5] 손종형, “2000년 세계반도체산업 전망”, 「한국반도체산업협회」, 2000.
- [6] 세미 월드(www.semiworld.com)
- [7] 조근태(권철신 감수), 「R&D 예측과 결정」, 자유아카데미, 1999.
- [8] 조민호, 「한국의 산업 연구 4 : 반도체 산업」, 웅진출판사, 1994.
- [9] 통상산업부산업연구원, 「벤처마킹을 통한 한국산업의 대해부」, 1997.
- [10] Saaty. T.L., *The Analytic Hierarchy Process*, McGraw-Hill, 1980.
- [11] Saaty. T.L., "Priority Setting in complex Problem," *IEEE Transactions on Engineering Management*, 30 (3), 1983.
- [12] Saaty. T.L., "Axiomatic Foundation of the Analytic Hierarchy Process," *Management Science*, 32 (7), 1986.
- [13] Saaty. T.L., *The Analytic Network Process*, RWS Publications, 1996.
- [14] Saaty, T.L. and V. Ramanujam, "Technological Choice in the Less Developed Countries : An Analytic Hierarchy Process," *Technological Forecasting and Social Change*, Vol.19, (1981), pp.81-98.