

# 시스템반도체산업의 기술혁신패턴의 진화에 대한 연구

Study on the Evolution of Technological Innovative Pattern  
in System Semiconductor Industry

문주현(Joo Hyun Moon)\*, 박규호(Kyoo-Ho Park)\*\*

## 목 차

- |                                    |                               |
|------------------------------------|-------------------------------|
| I. 서론                              | IV. 시스템 반도체 산업의<br>기술혁신패턴의 진화 |
| II. 시스템 반도체 산업의 기술구조<br>및 기존 연구 검토 | V. 요약 및 결론                    |
| III. 분석 틀 및 연구방법                   |                               |

## 국 문 요약

본 연구는 시스템반도체의 기술혁신패턴의 진화를 지식의 생성방식의 진화와 이에 따른 기업간 관계의 진화라는 관점에서 분석하였다. 특히, 설계도구인 EDA의 등장 이후에 지식의 생성방식이 변화하였고 이를 기반으로 기업유형의 진화, 기업간 관계의 진화 등 기술혁신패턴이 진화하였음을 문헌자료에 대한 검토와 주요 기업에 대한 인터뷰를 통해 분석하였다. 분석결과는 다음과 같다. 첫째, 시스템반도체의 혁신활동은 과거 지식의 축적을 통한 설계활동 중심의 기술개발에서 지식 및 기술활용을 위한 탐색활동 중심의 혁신활동으로 진화하고 있다. 즉, 특정 기능의 구현을 통한 제품개발이 아니라 IP를 활용한 시스템 구축으로 제품개발이 이루어지는 설계활동의 분업화로 지식과 기술의 탐색활동이 중요해지고 있다. 둘째, 지식의 가치가 높아짐에 따라서 지식을 통한 신시장의 창출과 기업간 관계를 통한 신산업, 신기술의 개발이 일어나고 있다. 동시에 기존의 설계활동보다 설계비용 절감과 설계기간이 단축되면서 시장과 기술의 진화에 더욱 효과적으로 대응할 수 있는 기업유형으로 전문적 분업화가 일어나고 있다. 셋째, 지식의 활용측면이 점차적으로 강조됨에 따라 기업간 네트워크는 다른 기업과의 상호보완적인 기술개발구조를 구축하기 위해 다양하게 형성되고 있다. 이러한 논의는 국내외 기업간 네트워크를 전략적으로 활용하고, 시장창출과 지식활용 등 탐색활동을 위한 제반 전략이 강구되어야 함을 시사한다.

핵심어 : 시스템반도체산업, 기술혁신패턴, 지식, 기업의 유형, 기업간 관계

※ 논문접수일: 2010.10.13, 1차수정일: 2011.3.7, 게재확정일: 2011.4.28

\* 한국기술교육대학교 대학원 졸, 주식회사 제우스 기술기획팀, bassed@nate.com

\*\* 한국기술교육대학교 산업경영학부 교수, khpark@kut.ac.kr, 041-560-1443, 교신저자

## ABSTRACT

---

This paper tries to analyze the evolution of technological innovative pattern in system semiconductor industry from the perspective of the evolution of way by which knowledge is generated and its related evolution of inter-firm relationships. In particular, this paper focuses on the evolution of knowledge after the emergence of EDA as a design tool, as a main momentum. As a result of analysis, we can find out following things. First, the innovative activities have evolved from design activity-centered technology development to innovative activities focusing on searching activities for utilizing knowledge and technology. Second, with rising value of knowledge, creation of new market utilizing knowledge, and development of new industry and new technology through inter-firm relationship had been made, in addition to strengthened specialized technological division of labor. Third, with focusing on utilization of knowledge, inter-firm network has taken diverse forms for building complementary platform for co-development. This discussion can give an insight on the necessity of utilizing inter-firm network strategically and setting strategies for enhanced searching activities such as market creation and knowledge utilization.

Key Words : System semiconductor industry, Innovative pattern, Inter-firm relationship, Evolution of knowledge

---

## I. 서 론

시스템반도체산업은 정보기술 패러다임의 발현과 성장을 추동해 온 중심산업으로 자체산업의 성장 뿐 아니라 광범위한 제조업 전반에서 기술고도화, 지식화를 달성하게 하는 등 산업적 파급 효과가 막대한 산업이다(황혜란, 1999). 2010년 현재 시스템반도체산업은 전체 반도체시장규모인 3040억 달러 중에서 2352억 달러를 차지할 정도로 시장규모가 크며(지식경제부, 2011), 점차 그 비중을 확대하는 추세를 보인다. 특히 시스템반도체는 최근 그 중요성이 확대되고 있는 융합 기술 및 융합제품의 형성과 확산을 촉진하는 매개체로서 역할한다는 점에서 그 중요성이 크다.

시스템반도체산업에서는 메모리와 개별소자의 경우와 달리, 제품의 다양성과 차별화, 기술 개발과 생산의 효율성을 위해 다양한 과학기술기반의 지식을 적극적으로 활용하고 설계기술은 시장의 요구와 환경변화에 많은 영향을 받기 때문에 기술개발이 역동적인 특성을 갖는다. 추세적으로 집적화를 위한 공정기술의 개발에서 활용지식 분야와 유형의 확대를 통한 신기술 개발로 기술혁신의 초점이 진화되고 있다.

반도체 산업에 대한 기존 논의는 국내 반도체 시장이 메모리 중심이라는 사정 때문에 메모리반도체 위주로 한정되는 측면이 강하고 주로 국제적인 시장점유율과 시장구조 및 생산성에 대한 논의에 집중하여(김형식, 2008), 보다 중요한 시스템반도체의 기술혁신에 대한 객관적인 이해와 이를 통한 혁신전략 수립에 한계를 보인다. 그런데, 시스템반도체산업의 기업이 생존하고 성장하기 위해서는 이들 산업이 직면하는 기술개발환경과 기술혁신방식의 진화에 대한 객관적인 이해가 필요하고, 특히 진화의 요인과 혁신활동의 진화패턴에 대해 체계적인 분석이 필요하다. 즉 시스템반도체 산업의 기술혁신패턴은 어떻게 진화해 왔고 그 핵심적인 계기는 무엇인가라는 질문이 중요하다.

본 연구에서는 시스템반도체의 기술혁신패턴의 진화를 산업별 혁신체제(sectoral innovation system) 관점에서 지식의 생성방식의 진화와 이에 따른 기업간 관계의 진화라는 관점에서 분석하고자 한다. 특히, 설계도구인 EDA의 등장 이후에 지식의 생성방식이 변화하였고 이를 기반으로 한 기술혁신패턴의 진화를 문헌자료에 대한 검토와 주요 연구개발주체에 대한 인터뷰를 통해 분석하고자 한다. 이러한 논의는 시스템반도체 산업이라는 특정 산업의 성장과 그 방식에 대한 이해도를 제고하여, 우리나라에서의 시스템반도체산업의 성장방안 구축과 효과적인 기술혁신전략 수립의 기반을 강화할 수 있다. 동시에 여전히 개념적인 수준에서 머무르는 기술혁신관점에서의 산업의 진화 분석의 수준을 실증적 차원에서 제고할 수 있다.

구성은 다음과 같다. 2절은 후속 논의를 위해 시스템 반도체 산업의 기술적 지식을 개괄적으로 정리하고 기존 연구를 검토한다. 이를 바탕으로 3절은 본 연구의 분석틀과 연구방법론

을 정리하며, 4절은 본 연구의 핵심적인 부분으로서 기존 문헌에 대한 체계적인 정리와 해당 주체에 대한 인터뷰 결과를 통해 시스템 반도체 산업의 기술혁신패턴의 진화를 정리한다.

## II. 시스템 반도체 산업의 기술구조 및 기존 연구 검토

### 1. 시스템 반도체산업의 기술구조

여기에서는 이후의 논의를 위해 시스템반도체 산업의 기술구조를 간략히 정리한다. 반도체 산업의 기술을 제품생산절차에 따라 간략하게 구분하면 재료, 설계, 제조기술로 나눌 수 있다. 반도체 재료 가공기술과 제조기술이 효율적인 생산을 위한 것이라면, 설계기술은 지식의 적용과 시스템반도체의 개발을 위한 혁신활동으로 시스템반도체산업에서 그 역할의 구분은 <표 1>과 같다.

<표 1> 시스템반도체 기술의 구성

| 구분   |          | 기술의 내용                      |
|------|----------|-----------------------------|
| 재료기술 | 반도체 재료   | Wafer의 재료기술 및 가공기술          |
| 설계기술 | 설계 소프트웨어 | 설계를 위한 CAD 및 오픈소스(IP), 기계언어 |
|      | 반도체 설계   | 기능 또는 시스템의 설계를 위한 지식의 구현    |
| 제조기술 | 공정 프로세서  | 효율적인 반도체 생산을 위한 공정기술        |
|      | 반도체 장비   | 제조 공정의 특성에 맞는 장비기술          |
|      | 패키징      | 최종 제품의 특성에 맞는 물리적 가공기술      |

시스템반도체산업은 반도체산업에서 시스템적 설계기술의 요구에 의하여 확장된 산업의 한 분야이다. 이때, 설계기술은 반도체의 기능과 역할을 결정하는 중요한 요소로서 다양한 분야로 활용하기 위해 시스템반도체산업에서 이루어지는 기술혁신을 위한 핵심기술이란 특성을 갖는다.

또한 시스템반도체는 하나의 칩에 시스템 구성에서 요구하는 논리적 계산, 데이터전환, 기억 등의 기능을 모두 담은 반도체로서 칩 하나로 시스템을 구현하기 때문에 제품의 크기 최소화, 제조비용 절감, 다양한 복합기능 구현 등의 장점이 있다. 그렇지만 제조기술과 패키징 기술, 재료기술 등 고도의 하드웨어 기술은 물론 설계기술을 위한 소프트웨어 기술이 복합적으로 요구되기 때문에 반도체 공정기술, 전자공학, 기계, 화학, 물리, 컴퓨터공학 등의 다양한 과학기술과 산업현장의 경험이 합쳐진 융합산업의 성격을 띠고 있고, 연구개발에 막대한 투자가 수반된다. 최근에는 다양한 분야로의 시장확대가 이루어지고 있으며, 효과적인 지식의 활

용을 위한 다양하고 효과적인 설계기술이 요구되고 있다(IT Soc협회 report 정리).

설계기술은 크게 사용자의 요구에 따른 대량생산에 적합한 ASIC, 제조사의 표준화와 플랫폼 품화의 요구에 따라 표준화된 제품이 시장에 분배되는 ASSP, 그리고 어느 형태이든 설계가 가능한 재사용가능 논리소자인 FPGA 등으로 구분할 수 있고, FPGA가 설계의 표준화된 방법이라 할 수 있다. 이때, 설계방법의 결정은 사용자의 요구, 활용지식, 개발기간과 개발비용 등에 따라 선택되고, 각 설계기술의 유형에 따라 제조방법이 결정된다.

특히, 설계기술의 효율성과 효과성의 극대화는 설계 소프트웨어인 EDA(Electronic Design Automation)의 발전과 밀접한 관계를 갖는다. EDA는 다양한 기술 언어를 통해 기능들을 반도체 상에 구체화시켜 시스템을 구성하는 소프트웨어로, EDA를 사용하여 설계된 시스템은 Library, IP(Intellectual Property) 등으로 구성되며, 이들을 사용하여 시스템을 구성하는 기술 전반을 반도체 설계기술이라 할 수 있다(김진태, 2008). 이러한 설계도구의 발전은 기술의 모듈화를 통해 IP의 활용을 촉진시키고 있으며, IP의 표준화를 통해 더욱 복잡하고 다양한 시스템의 구성을 효과적으로 할 수 있게 되었다(이상현, 2007).

## 2. 기존 연구 검토

기존 연구는 시스템반도체산업을 직접적으로 연구대상으로 하는 연구와 반도체 산업에서의 기술혁신활동을 연구대상으로 하는 연구로 구분할 수 있다. 기존 문헌은 메모리용 반도체 산업에 집중하여, 시스템반도체 산업에 관한 논의는 상대적으로 많지는 않지만, 이들 논의를 크게 분류하면, 시스템반도체산업에서의 기술개발활동의 특성에 대한 논의를 바탕으로 기술개발의 방향성을 제시하는 연구(김석기, 1995; 임태영, 2001; 김진혁, 2007; KIET, 2008)와 기술공동활용과 대형화 등 경쟁력 강화방안을 제시하는 연구(신형철, 2000; KIET, 2001; 정보통신연구진흥원, 2008), 그리고 핵심기술에의 집중을 주장하는 연구(유병곤, 2001; KISDI, 2005; 김형식, 2008) 등으로 구분할 수 있다. 이들 연구는 시스템반도체산업의 기술적 환경 변화와 시장변화가 나타나고 있음을 주장하고 그에 따른 기업의 전략변화와 정부의 정책적 지원을 주창하고 있다. 특히, 시장의 변화와 기술의 변화에 따른 IP개발과 표준화를 중심으로 기술개발 활동이 이루어지고 있으며, 산업 내 기술협력관계가 강조되고 산업의 경쟁력 강화를 위해 핵심기술로서 제조관련 기술의 개발과 기업간 관계가 강화되어야 한다는 점이 지적되고 있다.

기술혁신활동을 직접적으로 다룬 연구들은 주로, 첫째로 기술과 산업구조를 혁신체제의 관점에서 분석하고 있으며(황혜란, 1999; Guilhon et al, 2004; Tsai & Wu, 2005), 둘째로 다양한 자원의 효율적인 활용을 통한 기술혁신 촉진(Jeffrey, 2000; 민완기, 2006; 임준, 2007),

셋째로 혁신네트워크를 통한 기술혁신 구축(정재용, 2003; 김진용, 2003; 민완기, 2008)이란 측면에서 분석이 시도되었다. 전반적으로 기술, 인적자원, 자본 등 자원 활용과 산업 내 혁신 네트워크에 의한 지식의 공유와 공진화를 통해 기술혁신이 이루어지고 있음이 분석되고 있다.

하지만 기존의 연구들은 반도체산업 전반에 걸친 기술혁신의 진화와 혁신패턴 진화의 원인, 기업의 기술혁신패턴에 영향을 미치는 요인을 분석함에 있어서 다음과 같은 한계를 가지고 있다. 첫째, 시스템반도체산업의 기술개발환경이 특정 기업군 또는 특정 제품을 중심으로 분석이 이루어지고 있어 산업의 전반적인 혁신패턴 진화의 주요한 요인 파악과 기술 및 산업적 특성을 고려한 종합적인 검토가 부족하다. 둘째, 기존 연구들은 생산과 관련한 최종산출물의 매출액이나 시장현황, 혁신 여부 등의 측정을 통한 연구로 혁신패턴의 진화에 대한 구체적인 증거나 요인의 파악이 어렵다. 셋째, 기술혁신패턴의 진화과정에 영향을 미치는 요인을 본격적으로 고려하지 않은 상태에서 전략이나 시사점을 도출함으로써 급진적인 혁신패턴이 나타나는 시스템반도체산업의 장기적인 전략 수립에 한계를 나타낼 수 있다.

### III. 분석 틀 및 연구방법

#### 1. 분석틀

본 연구는 지식의 특성을 기술혁신의 핵심에 놓고 기술혁신패턴을 분석하는 산업혁신체제(sectoral innovation system)의 관점을 채택한다. 이러한 관점에서는 해당 분야의 지식의 특성과 그 진화가 산업간 차별적인 기술혁신패턴과 차별적인 진화를 초래한다.

Pavitt(1984)의 영국에서의 주요기술을 대상으로 한 기술혁신패턴에 대한 분석 이후, 섹터별 기술혁신의 차별성은 기술혁신연구의 중요한 화두였다. Pavitt(1984)의 선구적인 작업 즉, 기업의 규모, 기술혁신으로 창출되는 제품의 지향점, 기술혁신의 목표, 기술혁신의 원천, 내부혁신의 중심지, 기술혁신 결과의 전유 수단 등의 측면에서 이루어진 기술혁신패턴에 대한 분석 시도로부터 산업혁신체제에 대한 논의는 본격적으로 시작되었다.

이러한 흐름은 이후 본격적으로 지식의 특성에 주목한 산업혁신체제(sectoral innovation system, SIS)이라는 개념으로 정식화되고, 산업혁신체제를 구성하는 구성요소와 구성요소 사이의 관계가 Malerba 등에 의해 활발하게 연구되었다. 특히, 이 과정에서 산업별 차별적인 기술혁신패턴은 지식의 특성을 정식화한 기술체제의 개념으로 확대되었으며(Malerba & Orsenigo, 1993, 1997), Malerba(2004)는 산업혁신체제는 지식과 기술, 행위자와 네트워크, 제도의 세

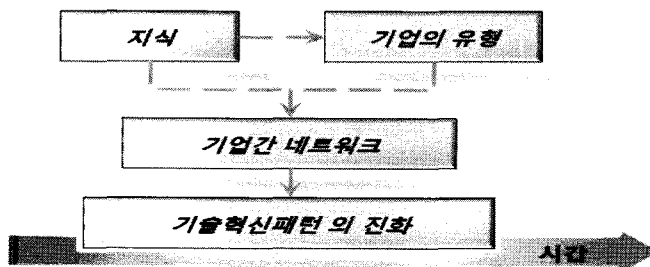
가지 요소로 구성됨을 주창하기에 이른다. 최근에는 주로 유럽을 대상으로, 개별 섹터를 대상으로 한 SIS 분석이 체계적으로 이루어지고 동시에 거시데이터를 활용한 전체 섹터에서의 섹터별 차별성을 밝히는 연구가 진행되었다(Malerba, 2004). 국내에서는 STEPI를 중심으로 국내 개별 산업을 대상으로 산업혁신체제 분석이 진행된 바 있고, 특허데이터를 활용하여 산업별 기술혁신패턴 분석이 이루어진 바 있다(김석관, 2004, 2006, 정선양, 2001, 송위진, 2000, 박규호, 2003 등).

산업혁신체제(sectoral innovation system)는 지식의 특성으로부터 기술혁신의 방식과 패턴이 결정된다는 관점을 취한다. 이러한 관점은 지식의 특성으로부터 핵심적인 혁신주체인 기업의 기술혁신방식이 결정되고 기업간 관계와 비기업적인 제도와의 상호작용을 통해 산업차원에서의 기술혁신패턴이 형성된다는 것이다.

또한, 유사한 관심사이지만 산업에 대한 실제 분석을 통해 산업의 시기구분 및 진화를 본격적으로 분석한 Utterback & Abernathy(1975, 1978)의 연구를 활용할 수 있는데 이들은 기술혁신패턴을 기술혁신의 내용, 기업의 조직, 산업의 구조와 경쟁 관계가 어떻게 진화되어 가는가를 중심으로 분석하였다.

시스템반도체산업은 지식의 진화를 명시적으로 그 진화의 기반으로 삼고 있다는 점에서 본 연구의 분석틀과 정합성을 갖는다. 즉, 시스템반도체는 산업의 발전에 따라 시장이 다양한 분야로의 확대가 나타남에 따라 지식의 진화를 드러내고 있다. 또한 지식은 시스템반도체의 기능, 설계의 방법, 제조의 방법 등을 결정하는데 중요한 역할을 하고 있다. 이러한 환경변화에 따라 기술개발을 효율적으로 수행하고, 수익을 창출하기 위해 적합한 조직구조로서 Fabless, Chipless 등 제품을 생산하지 않는 기업의 유형이 나타나고 있다.

본 연구는 산업혁신체제론의 관점을 취하면서 Utterback & Abernathy(1975, 1978)의 분석틀을 활용하여 시스템반도체산업의 지식, 기업유형, 기업간 관계의 진화에 대한 분석을 통해 시스템반도체산업의 기술혁신패턴의 진화와 그 특성을 분석하고자 한다. 이러한 분석틀은



(그림 1) 분석모형

(그림 1)의 연구모형으로 나타낼 수 있다. 이러한 분석 틀은 지식 및 기술적 진화 그 자체와, 그것을 주도하는 조직, 그리고 그로 인해 파급되는 산업구조의 진화를 모두 포괄하기 때문에 시스템반도체산업의 진화과정을 분석하고 그 진화의 동인을 분석하는데 적절하다.

이상의 관점에서 본 연구는 다음과 같은 가설을 기반으로 분석을 진행하고자 한다. 첫째, 시스템반도체산업은 지식의 진화에 따라 기술혁신의 과정 및 기술혁신방식이 진화한다. 둘째, 지식의 진화에 따라서 기업조직은 전문화되고 있으며 이종 기술과 지식을 이용한 기술혁신의 세부업무에 적합한 유형으로 기업은 분업화되고 있다. 셋째, 지식의 진화와 기업유형의 진화의 특성에 맞게 기업간 관계가 형성되며, 기술혁신기업의 전략적 네트워크 활용은 불가피해진다. 동시에 기업간 네트워크는 다시금 기업의 혁신방식과 성과, 기업의 유형 결정에 영향을 미친다.

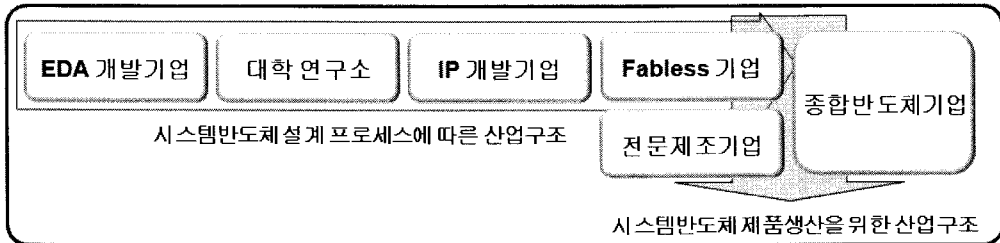
## 2. 조사 및 분석방법

본 연구는 산업혁신체제론의 관점에서 시스템반도체산업의 발전에 따라 기술혁신패턴의 진화를 분석하는 종단적인 성격의 탐색적 연구이다. 조사 및 분석은 크게 문헌분석과 기업 및 대학 등 혁신주체에 대한 면담조사를 통해 이루어졌다. 우선, 정부 출연연구소의 간행물 및 보고서, 반도체관련 도서, 디지털 타임즈 등의 전자관련 저널, 인터넷 뉴스 등의 기존문헌을 통해 시스템반도체와 관련된 자료를 수집하여 발전유형을 분석하였고, 이러한 자료에 대한 분석의 보완을 위해 SoC 협회, 전자통신연구원, 대학의 SoC LAB 등 관련기관 전문가의 자문을 통해 당시의 산업 환경, 기술변화와 특징에 대한 조사를 진행하였다.

또한 문헌의 한계를 보완하기 위하여 시스템반도체산업의 기업유형별로 전형적인기업을 대상으로 선정하여 면담조사를 실시하였다. 특히 기업 간 관계의 측면을 중심으로 혁신활동 사례와 성과, 동기, 활용지식의 조사를 통해 기업의 혁신활동을 분석하였다. 시스템반도체산업에서의 기술혁신 패턴과 기업간 네트워크를 분석하기 위해 7개의 기업 및 연구기관(Altera(EDA 개발기업), Rambus(IP 개발기업-Chipless 기업), ARM co.(IP 개발기업-Chipless 기업), DMBTech(Fabless 기업), 동부하이텍(전문제조기업), 동아의과대학교 의공학 LAB(대학 연구소), 이화여자대학교 SoC LAB(대학 연구소))을 대상으로 사례조사를 진행하였다. 조사대상 기업은 (그림 2)와 같이 나타나는 시스템반도체산업 가치사슬구조에서 각각 특징적인 기업들이며, 해당 기업들의 연구개발 책임자와의 면담조사를 통해 조사를 실시하였다. 주로 방문을 통한 면담조사를 수행하였고, 외국기업의 경우 이메일을 통한 인터뷰와 국내 파견지사 방문을 통해 조사하였다.



여기서, Altera는 IEEE와 함께 IP표준화 서비스를 위한 규제설정을 추진하는 주요기업으로 EDA 시장의 63%를 점유하고 있는 기업이며, Rambus는 Memory IP를 개발 및 서비스하는 대표적인 Chipless 기업으로 현재 Memory IP를 인텔과 SATA 등의 컴퓨터 부품업체들에 공급함으로써 수익을 올리는 기업이다. ARM co.는 소프트웨어를 통한 하드웨어의 제품개발을 가능하게 한 Standard IC로 CPU의 복잡한 시스템에서 주변기와 관련된 기술과, 내부 메모리의 축소, 처리속도의 감소를 통해 보편적으로 사용가능한 마이크로프로세서로써 기존의 마이크로프로세서의 기능의 향상을 통한 제품개발을 하는 기업이며, DMBTech은 Display와 오디오산업의 핵심 시스템반도체를 개발하는 Fabless 기업으로 국내 최초로 Analog와 Digital Mixed 시스템반도체 개발에 성공한 기업이다.



(그림 2) 반도체산업의 가치사슬

#### IV. 시스템 반도체 산업의 기술혁신패턴의 진화

이 절에서는 문헌 자료에 대한 조사와 사례 분석을 기반으로 한 연구결과를 바탕으로, 시스템반도체 산업의 기술혁신패턴의 진화를 첫째, 지식의 진화, 둘째, 지식의 진화에 따른 기업 유형의 진화, 셋째, 기업간 관계를 중심으로 한 기술혁신방식의 진화를 중심으로 정리한다.

##### 1. 시스템반도체 산업에서의 지식의 진화

분석결과, 시스템반도체산업에서 지식의 진화는 설계도구의 발전을 중심으로 활용가능한 지식의 내용과 기반학문의 영역 확장을 통해 지식의 범위가 진화되고 있으며, 시스템반도체로 지식의 전환이 용이해짐에 따라서 기술개발 과정과 방식의 진화가 나타난다. 여기에서는 기존 문헌을 통해 시스템반도체산업의 발전 시기별 지식의 범위와 내용, 활용방식에 따라 구분하여

지식의 진화를 분석하고 기업 사례를 통해 증명한다.

전술한 EDA가 활용되기 이전인 1960년대부터 1980년대까지의 시스템반도체산업에서 지식은 수작업이라는 설계방식과 기술개발의 결과를 제품단계에서만 확인가능(류장렬, 2007)하다는 제한적 요인에 의해 크게 영향을 받았다. 즉, 직접 연구개발 결과를 확인할 수 있는 시스템지식인 기존의 전자회로 지식과 반도체의 특성을 활용한 제한적 설계활동이 주로 나타났다(IT Soc 협회, 2003-2008). 이때는 기존의 검증된 시스템지식 이외의 지식을 통한 기술개발의 어려움이 있었으며, 기존의 지식을 활용하였기 때문에 시스템기업에 의존하는 중간재산업의 성격이 강했다.

그렇지만, 1980년대 이후 EDA의 개발을 통해 컴퓨터를 활용하여 연구개발의 결과를 설계 단계에서 검토할 수 있게 되면서 기업은 개발된 제품의 검증을 위한 비용, 재개발을 위한 제조비용 등 개발비용의 절감과 설계기간의 단축을 달성할 수 있었으며, 기존의 시스템지식에서 주변의 지식으로의 지식확장을 통한 기술개발이 가능해졌다(한국반도체산업협회, 2006). 그 예로 저장장치, 키보드, 모니터 등 컴퓨터의 외부기기와 관련된 지식을 활용한 시스템의 확장이 나타났으며, 카세트와 TV 등에 사용되던 시스템반도체도 주변부품의 기능을 통합한 부품으로서의 개발활동이 일어났다. 즉, 시스템반도체산업에서의 지식의 진화는 주변의 시스템지식을 흡수하고 통합하면서 시스템의 규모가 확대되는 현상으로 나타났다.

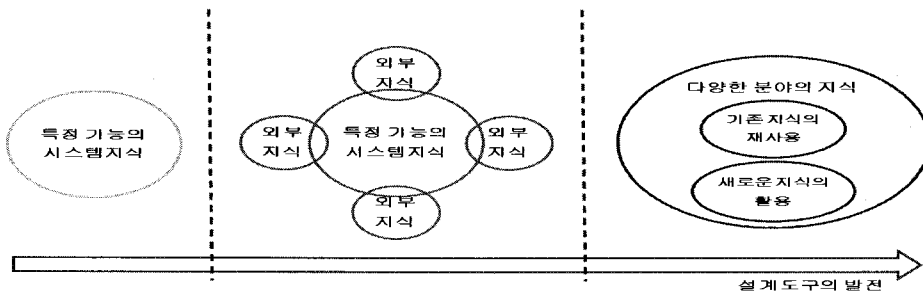
이 시기의 시스템반도체산업에서의 지식은 시스템기업의 기존 지식을 중심으로 시스템반도체의 시스템구조 확대를 위한 지식의 확장이었으며, 따라서 누적적인 기술 축적을 통한 기술 혁신이 주요한 형태였다. 하지만 활용가능한 지식의 범위가 시스템기업의 지식범주에 머물고 있어 융/복합제품, 분야의 확대 등 시장의 요구에 따른 다양한 지식활용의 어려움이 있었다. 반면에 최근 EDA는 소프트웨어의 기술적 특성<sup>1)</sup>과 구조적 지식<sup>2)</sup>을 도입함으로써 기존의 검증된 지식을 고려한 설계가 아닌 지식 자체에 대한 독립적인 설계와 기존의 지식을 활용한 시스템구성이 가능하게 되었다. 즉, 컴퓨터의 가상공간에서 독자적인 지식의 구현과 검증이 가능해지면서 새로운 지식의 도입 가능성이 높아졌고, 따라서 기존의 지식의 범위를 넘어선 의학지식, 영상처리를 위한 압축기술 등 새로운 지식을 이용한 기술개발이 가능해졌다. 동시에 지식은 시스템지식과 별개의 객체로서 개발과 활용이 가능해 졌기 때문에 지식 자체가 상품으로서의 가치를 나타내며, 새로운 시장을 창출하기 위한 결정요인으로 기능하기에 이른다.

1) 소프트웨어는 지식을 알고리즘으로 변환하여 가상의 공간에서 결과를 검증할 수 있는 기술로 하드웨어의 성능을 결정한다. 또한 소프트웨어는 프로그램을 하기위해 기계어 또는 발전된 프로그램 언어를 사용하여 기술개발을 함으로써 사용자는 알고리즘 또는 논리구조를 직접적으로 구성하며 확인할 수 있다.

2) 소프트웨어의 기술구조 : 소프트웨어는 함수, Class 등을 활용한 기술개발을 한다. 즉, 특정 기능을 사전에 구현하여 함수 또는 Class로 정의함으로써 모듈화된 부품과 같은 객체로서 사용가능한 기술구조를 갖는다. 즉, 입출력 변수의 명칭과 특성이 동일하다면 다양한 함수와 Class의 사용이 가능하다.

이에 따라 시스템반도체산업에서 제품개발과 기술개발은 지식의 유형화 수단으로 진화되었다. 예컨대, 컴퓨터의 CPU는 컴퓨터의 동작원리를 시스템반도체로 개발한 것이고, 블루투스 통신 시스템반도체는 블루투스의 통신 매커니즘과 데이터의 유형에 대한 지식을 시스템반도체로 개발하여 사용되는 부품이다. 즉, 설계도구의 발전에 따라서 지식은 기술개발의 지침으로서의 역할이 아닌 기술 또는 제품으로서의 역할을 수행하게 되었고 지식을 직접적으로 사용하는 기술개발방식으로서의 진화가 이루어졌다고 할 수 있다.

요컨대, 시스템반도체산업에서는 축적된 지식과 시스템 주변지식을 흡수한 지식의 확대에서 분야와 구조의 제한을 두지 않는 지식 자체로 활용가능한 지식의 범위와 내용이 진화되었고, 또한 객체로서 지식의 활용이 가능해짐에 따라서 지식자체가 상품으로서의 가치를 지니게 되었다. 이에 따라, 기업의 기술개발 방식은 (그림 3)과 같이 진화하였다.



(그림 3) 지식의 진화에 따른 기술개발방식의 진화

이러한 지식의 진화에 따른 기술개발 방식의 진화와, 지식 진화에 대한 기업의 인식은 다음의 여섯 개의 사례를 통해 확인할 수 있다.

첫째, Altera는 선도적인 EDA 개발기업으로서, 소프트웨어인 MFC, C++의 특성<sup>3)</sup>을 EDA에 적용시킴으로써 EDA를 발전시켰다. Altera의 연구개발담당자에 따르면, 소프트웨어의 특성을 활용한 EDA의 발전은 지식이 시스템반도체의 기능을 결정하는 요인에서 지식 자체가 가치를 갖는 상품으로 전환됨에 따라서 시도되었다. 이에 따라 Altera의 대표적인 시스템반도체인 FPGA전용 시스템반도체는 지식을 사용자가 직접 활용하여 설계하고 재사용가능한 제품으로, 지식자체를 통한 수익창출이 가능하다는 측면이 활용되어 개발 및 생산이 이루어지고 있다.

3) 객체지향형 프로그래밍 언어로 대규모 응용프로그램들을 만드는데 있어 최적의 객체지향 프로그래밍언어로 간주되고 있다. 객체 지향 프로그래밍은, 컴퓨터 프로그램을 명령어의 목록으로 보는 시각에서 벗어나 여러 개의 독립된 단위, 즉 “객체”들의 모임으로 파악하고자 하는 것이다. 각각의 객체는 메시지를 주고받고, 데이터를 처리할 수 있다. 즉, 객체는 자신 고유의 데이터(attribute)를 가지며 클래스에서 정의한 행위(behavior)를 수행할 수 있다.

둘째, Rambus는 메모리반도체를 제조하던 Fabless 기업으로, 지식의 진화추세를 활용하여 재사용 가능한 지식으로서의 메모리와 메모리를 활용한 시스템구성을 위한 아키텍처 지식을 수익구조의 주요 요소로 채택하고 있다. Rambus 관계자에 따르면 부품으로서의 메모리는 단지 컴퓨터의 저장기능을 하는 주변부품으로서 역할을 수행했으나, 시스템반도체의 내부기술로 메모리지식이 활용됨에 따라 정보의 처리를 위한 방법으로서 메모리 지식이 상품화됨에 따라, MP3의 메인프로세서, 휴대폰의 음성처리 시스템반도체, 홈네트워크의 데이터베이스 방식 등 다양한 분야로 시장 확대가 가능해졌다.

셋째, ARM co.는 Rambus와 동일한 성장과정을 갖는 기업으로 ARM 프로세서를 지식으로 전환하여 상업화하였다. ARM co.의 개발자에 따르면, 과거 ARM 프로세스는 시스템제품의 핵심부품이었으나 시스템반도체산업의 기술개발 방식이 변함에 따라 특정지식을 구현하기 위한 구성요소로서 수요가 등장하기에 이르렀다.

넷째, DMBTech는 오디오 음향처리 프로세서를 주요 제품으로 하는 국내 최초의 아날로그 시스템반도체기업으로 LG 미니 컴포넌트와 삼성전자 MP3에 적용되는 제품을 개발하고 있다. DMBTech의 연구개발담당자에 따르면, 지식은 이제 기술개발의 메인프레임이다. 이에 따라 DMBTech는 오디오와 디스플레이 전용 시스템반도체기업으로서 관련분야인 음향산업, 오디오산업, 디스플레이산업의 핵심지식과 메커니즘을 학습하여 DSP<sup>4)</sup>, 메모리, 전력제어 시스템 지식 등 획득한 지식들을 활용하여 시스템을 구성하는 기술혁신활동을 수행한다.

다섯째, 동부하이텍의 담당자에 따르면, 지식의 진화에 따라 시스템반도체산업의 설계기업들이 추구하는 설계방식의 변화가 나타나고 있으며, 지식이 객체화되어 활용되고 있기 때문에 제조공정기술의 중요성이 낮아져 설계기업들에 대한 유인효과가 크지 않고 메모리산업의 제조공정기술과의 경쟁을 위한 기술개발비용의 투자가 부담스러워 졌기 때문에 더 이상 기술개발을 위한 투자가 쉽지 않다. 이처럼, 시스템반도체산업의 기술개발이 시스템 지식 중심의 기술개발에서 독자적인 지식의 활용을 통해 나타나고 있기 때문에, 동부하이텍은 고전력 제어기술과 지식을 서비스함으로써 해당 지식을 구성요소로 활용하는 시스템을 구축하는 Fabless 기업을 유인하는 전략을 구사하고 있다.

여섯째, 동아의과대학교 의공학 LAB은 2007년 생체신호 모니터링 SoC를 개발했다. 개발 담당 연구자에 따르면, 생체신호 모니터링 SoC는 심장박동과 맥박을 측정하여 혈압, 심부전, 심장마비, 혈당 등을 모니터링하고 측정하는 시스템반도체로 의학적 지식을 시스템반도체로 전환하여 개발한 제품이다. 특히, 이 지식의 사용을 위해서 계측을 위한 마이크로프로세서, 모니터링을 위한 디스플레이 기기, 통신, 적외선 센서 등 다양한 부품 또는 시스템이 의학적 지

4) DSP(Digital Signal Processor) : 디지털신호를 제어 또는 사용자의 목적에 맞게 및 변환하여 제품의 동작과 운용을 관리하는 시스템반도체이다.

식을 구성하는 지식으로서 활용되고 있다.

요컨대, 기존에는 특정 기능을 중심으로 시스템 지식의 축적과 확대를 통해 지식의 범위와 내용의 확장이 이루어져 왔다. 하지만 EDA의 발전에 따라 지식은 자체로서 가치를 갖게 되었고, 따라서 시스템기업이나 특정 분야에 제한되지 않게 됨에 따라 기업은 다양한 분야의 지식을 탐색하는 방식으로, 기술개발활동이 진화되고 있음을 기업 사례를 통해 확인할 수 있다. 이에 따라 기업의 기술개발은 지식의 진화에 따라 자사의 핵심역량을 파악하고 그에 따른 기술개발 산출물을 결정하여 기업의 수익모델로서 활용하고 있다. 즉, 기업은 지식의 가치가 향상되면서 기업이 보유하고 있는 지식의 가치를 파악함으로써 적합한 수익모델을 구축하고 있다. 결과적으로, 지식을 활용한 새로운 제품의 개발, 활용 가능한 지식의 탐색을 통한 IP의 개발, 거래기업을 유인할 수 있는 요소로서 IP의 획득 등 기업의 특성에 따라 다양한 유형의 기술개발 방식이 나타나기에 이른다.

## 2. 기업의 유형의 분화

분석결과, 지식의 진화에 따라 시스템반도체산업에서의 기업유형은 전문화·분업화되고 있으며, 특히 기술개발절차의 세부업무에서 필요로 하는 핵심역량을 중심으로 그 유형이 결정되고 있다. 여기에서는 시스템반도체산업에서 지식의 진화에 따른 기업의 진화를, 기업의 분화로 다양한 유형의 기업이 등장했다는 점에 주목하고 각 기업의 핵심역량 활용에 따른 기업유형의 진화에 초점을 맞춰 분석한다.

우선 시스템반도체산업에서 기업유형의 진화는 지식의 확대와 새로운 지식의 도입, 지식의 상업화 등 지식의 진화에 따라 제조를 위한 수직적 분업화 또는 통합과 설계를 위한 수직적이고 수평적인 전문적 분업화 현상으로 나타난다. 1980년대 이전의 시스템반도체는 설계도구와 지식의 특성에 의하여 단일 기업의 내부에서 연구개발과 생산을 하는 종합반도체기업의 유형을 나타냈다. 즉, 기업에서 수익모델로서 활용 가능한 부분은 제품의 판매가 유일했기 때문에 규모집약적인 시스템반도체기업의 형성이 주로 나타났다(IT Soc협회 report 정리).

하지만 EDA가 출현한 이후 지식과 기술개발방식이 진화됨에 따라 시스템기업의 내부에서 다양한 기능을 갖는 제품개발을 위한 지식의 확장이 요구되면서 설계부분의 유연성과 설계기간의 단축이 중요해 졌고, 시스템반도체산업은 아웃소싱 또는 사내 벤처 등을 통한 독립적인 기술개발활동을 통해 이러한 요구를 충족시킬 수 있었다. 동시에 제조와 분리된 설계기업들은 제조비용과 설비 구매비용 등 고정비용의 필요가 약해졌고, 유동적이고 복잡한 기술개발과 개발기간의 단축에 적합한 기업유형으로서 전문설계기업인 Fabless 기업이 나타났다(한국반도

체산업협회 정리). 하지만 연구개발 산출물의 최종적 검증이 시스템제품에 적용되어야만 확인이 가능했으며, 거래를 위해 제조기업과의 긴밀한 협력관계가 요구되었기 때문에 전문설계기업은 시스템기업의 지식과 요구에 따라 연구개발에 적합한 기업유형으로 진화했다(Embedded World, 2004-2007 정리).

나아가, EDA의 발전에 따라 시스템반도체산업에서는 지식이 자체적인 가치를 갖게 되면서 설계절차의 단계별로 분업화가 나타나고 있다. 즉, 최종 지식을 개발하는 기업과 그 지식을 구성하는 하위지식을 개발하는 기업으로 분업화되고 있다. 이러한 분업화는 EDA의 발전에 따라 지식의 분야에 대한 제한이 없고, 개발된 지식들은 또 다른 지식의 하위지식으로 활용되는 지식 진화의 특성에 의해 전문설계기업에서는 독립적인 지식을 활용한 기술개발과 개발된 지식을 활용한 시스템구성을 통해 제품개발을 하는 기술개발활동의 분업화가 나타났다(KETI, 2007). 결과적으로, 기술개발전문기업과 전문설계기업으로 분업화가 나타나고 있으며, 나아가 전문설계기업은 Chipless 기업과 Fabless 기업으로 분업화되고 있다. 동시에 Chipless 기업과 Fabless 기업들은 시스템기업의 요구에 영향을 받지 않는 기술개발활동이 가능해졌다.

지식의 특성과 기술적 역량에 따른 기업유형의 진화는 시스템반도체산업의 네 기업의 성장 사례를 확인할 수 있다.

첫째, Altera는 EDA의 특성을 적극 활용한 제품개발을 통해 수익을 올리고 있다. 즉, FPGA의 특성이 사용자가 원하는 지식을 시간과 장소, 생산비용 등에 구애받지 않고 시스템반도체로 구현할 수 있기 때문에 특정 시장이 존재하지 않고, 표준화된 내부구조를 갖는 시스템반도체이기 때문에 제조비용의 절감과 시장의 창출이 기술개발의 핵심요인으로 작용하고 있는 전문설계기업의 유형을 나타낸다.

둘째, Rambus와 ARM co.의 경우 메모리반도체와 마이크로프로세서를 개발하여 공급하는 Fabless 기업에서 Chipless 기업으로 기업의 유형진화가 나타나고 있는 대표적인 기업이다. 이 기업들은 시스템반도체가 주변 부품을 통합하고, 지식 자체의 가치가 기업에 경제적 이익을 가져다주면서 제조에 소요되는 비용의 절감과 시스템기업으로의 요구로부터의 탈피를 위해 기업유형의 진화를 시도했다.

셋째, DMBTech의 핵심역량은 오디오 시스템과 BLU의 전체적인 기술구조 시스템지식에 있다. 그렇지만, 오디오 시스템과 BLU의 하위 구성요소인 DSP, 마이크로프로세서 등을 개발하기 위한 기술적 역량이 부족하기 때문에 지식의 획득을 통한 기술개발을 하고 있으며, 따라서 Fabless 기업유형의 특성을 가지고 있다.

넷째, 동부하이텍은 아남반도체의 제조설비를 인수하고 기술을 획득함으로써 종합반도체기업으로서의 성장을 시도했다. 하지만 국내에서 시스템반도체 설계에 대한 인식이 낮고, 기술

개발을 위한 지식의 인프라구조와 인적자원의 부족이라는 환경적 제약하에서 상대적으로 기술개발이 수월한 전문제조기업으로의 유형 진화를 나타냈다. 특히, 종합반도체기업을 추구하던 당시에 축적된 지식인 전력용 인버터 IP를 Fabless 기업과 Chipless 기업에게 서비스함으로써 전문적인 분야의 전문제조기업으로 핵심역량을 갖게 되었다.

요컨대, 시스템반도체산업의 기업유형은 지식의 효과적인 활용이 기술개발의 중요한 요인으로 대두되면서 전문화된 설계업무에 집중된 조직구조로 재편성되어 나타난 현상이라 할 수 있다. 특히 과거에는 신제품을 통해 혁신성고가 나타난 반면 최근 지식의 진화에 따라 지식과 기술(IP)을 통해 수익창출이 가능해지면서 기업의 혁신성고는 지식과 신제품으로 다양해졌고, 따라서 기업은 각 혁신성고에 적합한 기술개발방식과 유형으로 진화되고 있음을 기업사례를 통해 확인할 수 있다.

### 3. 기업간 네트워크의 진화

지식의 진화와 기업의 분업화에 따라 시스템반도체는 기업간 네트워크를 통해 기술개발과 제품개발이 진행되고 있다. 따라서 지식의 특성에 따라 다양한 유형별 기업간 네트워크가 형성되고 있으며, 기업은 기술혁신을 위해 전략적으로 네트워크를 활용하고 있다. 여기에서는 시스템반도체산업에서 기업간 네트워크가 기업의 혁신방식과 성과, 기업의 유형 결정에 영향을 미치고 있음을 밝히기 위해 시장의 특성과 거래방식의 진화를 분석하고, 제품개발과 기술개발절차에 따른 기업의 역할을 분석함으로써 기업간 네트워크의 역할에 대하여 분석한다.

시스템반도체산업은 EDA의 출현을 통해 이전까지의 존재했던 기업 내 혁신활동을 통한 시스템기업과의 수직적 관계에 더해, 설계기간의 단축과 그에 따른 연구개발비용의 절감을 위해 전문설계기업이 독립적으로 기술개발을 하는 시장적 방식의 수직적 기업간 네트워크가 추가적으로 나타났다. 이때, 기술보호를 위해 전문설계기업은 시스템기업의 제품개발 특성에 의존한 기술개발활동이 주요 혁신방식이었으며 수익모델은 시스템기업의 제품시장의 특성에 따라 결정되는 경향이 나타났다. 또한 주변기기와 부품과 관련된 지식의 확대를 위해 해당지식의 개발이 요구되는 기업과의 공동개발활동이 일어났다(Digital Engineering, 2000-2009) 즉, 전문설계기업과 시스템기업의 전략적 제휴 또는 공동개발과 같은 전략적 기업간 네트워크를 통해 공급가치사슬에 따른 시장적 방식의 기업간 네트워크가 나타났으며, 동시에 지식은 확대되고 있으나 지식의 보호를 위한 규제나 규범이 확립되지 않음에 따라서 시스템기업에게 직접적으로 지식을 제공하는 전문설계기업과 시스템기업간 비시장적 방식의 기업간 네트워크가 형성되었다.

또한 전술한 것처럼, EDA가 발전하면서 지식의 가치가 향상됨에 따라 지식의 직접적인 거래가 발생하고 있다. 즉, 기존의 기업간 네트워크의 특성을 유지하면서 각 기업들의 산출물이 제품과 지식으로 그 형태가 다양해지는 지식의 진화에 따라서 기술시장이 활성화되고 있으며, 지식을 보유한 기업 간의 네트워크를 통해 지식과 기술들은 특허와 IP로 유형화되어 라이선스 또는 거래 되고 있다. 이러한 지식의 거래 또는 라이선스는 기업이 특정 지식을 개발하지 않고 획득함으로써 기술개발활동이 이루어지는 기술개발방식의 진화로 나타나고 있다.

나아가, 지식의 진화와 기술개발방식의 진화에 따라 지식과 지식의 관계는 수평적인 관계를 형성하고 기업간 관계는 생산을 위한 수직적 특성을 갖는 등 제품개발의 상황과 시장의 규모 등 산업의 환경특성에 따라 시장적, 비시장적 네트워크로서 전략적으로 활용 가능한 기업간 네트워크로의 진화가 나타나고 있다. 이때, 기업간 네트워크에 의해 형성된 기술시장은 지적 재산과 기술자산이 전략적으로 사용될 수 있는 공간이고, 이러한 기술시장은 적극적인 수익 창출 전략의 일환으로 활용되기에 이른다(Arora et al, 2001). 지식의 확대와 획득을 위한 지식의 탐색활동이 기업간 네트워크를 통해 일어나고 있으며, 거래로부터 유용한 정보를 획득하고 신기술을 창출할 수 있다(Saxenian, 1998). 또한 바이오 IC, IP TV 등의 신산업의 발생의 유인에 기업간 네트워크가 영향을 미치고 있음(장선호 외, 2007)을 알 수 있다. 이러한 논의는 구체적인 기업사례를 통해 확인할 수 있다.

첫째, Altera는 EDA와 FPGA를 개발하고 생산, 공급하기 위한 다양한 기업간 네트워크를 구축하고 있다. 먼저 기술개발을 위해 FPGA를 활용할 수 있는 지식을 보유한 기업의 탐색을 위해 주문형 IP 개발이라는 수익모델을 채택하고 있는데, 주로 상품으로서 활용할 수 있는 지식이 아닌 기술개발의 하위지식으로서 활용하기 위한 지식을 IP로서 개발하기 원하는 기업을 대상으로 하는 이러한 수익모델은 시스템반도체산업의 기술혁신활동이 비시장적 기업간 네트워크의 측면<sup>5)</sup>에서 일어나고 있음을 시사한다. 동시에, FPGA를 생산하기 위한 수직적 기업간 네트워크도 나타나고 있는데, FPGA라는 특정 설계방식의 제품을 개발하는 Altera는 내부기술구조가 단순하기 때문에 용량의 크기에 따른 제품군을 형성하고 있으며, 메모리반도체와 유사한 소품종 대량생산을 위한 생산활동을 위해 전문제조기업과 기업간 네트워크를 형성하고 있다.

둘째, Rambus는 메모리 IP와 아키텍처 지식을 시스템기업 또는 다른 기업들에게 판매 및 라이선싱을 통해 수익을 창출하고 있다. 기존의 Rambus 메모리는 개별부품으로서 시장에서 거래되고 있지만 메모리를 활용한 시스템화 지식은 제공하지 않고, 메모리 IP의 서비스를 통해 메모리를 활용한 시스템화 지식을 판매하고 있다. 특히 메모리 IP에 대한 국제기술표준을 제안함으로써 휴대폰, 컴퓨터, 카메라 등 각 산업의 기술들과 컨버전스 시스템을 구조화할 수

5) Altera의 교육용 Kit를 개발, 공급하는 기업인 한백전자와의 관계가 전형적임.



있는 Rambus 메모리 아키텍처를 라이선싱 함으로써 시장확대를 꾀하고 있다. Rambus의 연구개발 관계자에 따르면, 시스템반도체산업의 기술개발환경 변화에 따라 Rambus는 혁신적인 기술개발보다 혁신적인 시장창출에 중점을 두고 있다. 아키텍처기술에 대한 시장적 방식의 기업간 네트워크와 메모리 IP에 대한 비시장적 방식의 기업간 네트워크를 구축함으로써 수익모델을 수립할 수 있었다.

셋째, ARM co.는 지식 자체의 상품화의 가능성에 따라 새로운 제품으로의 개발보다 지식으로서의 상품화가 기업의 성장에 더욱 적합하다고 판단하여 지식으로서의 수익모델을 추가적으로 수립하고 있다. 즉, 기존의 ARM 프로세서의 생산을 위한 전문제조기업과의 수직적 네트워크와 ARM 프로세서 IP를 활용하여 시스템반도체를 개발하는 전문설계기업과의 수직적 네트워크를 동시에 형성함으로써 기술개발과 생산의 최적화된 비용구조를 제시하고 있다.

넷째, DMBTech의 기술혁신은 전자부품개발기업, 시스템기업, 그리고 대학과의 지식교류를 통해 신제품과 IP의 개발로 나타나고 있다. 전자부품개발기업과의 지속적인 전략적 협력관계를 통해 시스템기업에서 사용하는 시스템지식을 습득하고 그에 따른 신제품을 개발함으로써 기술혁신활동을 하고 있으며, 대학과의 공동연구를 통해 음향의 신호처리 지식을 학습함으로써 오디오 시스템반도체의 성능을 향상시킬 수 있었다. DMBTech의 연구소장에 따르면, 시스템반도체 개발의 핵심은 적용분야와 산업에서 사용되고 있는 시스템에 대한 사전지식을 얼마나 정확하게 학습하고, 적용하는가에 달려있다. 즉 시스템반도체기업에게 신제품개발을 위한 지식의 학습 또는 습득은 필수적인 요소이며, 따라서 비시장적 기업간 네트워크를 활용하고 있다.

다섯째, 동부하이텍의 연구개발책임자에 따르면, 과거 설계 위주의 제품개발을 하던 시기에 전문제조기업은 다양한 용도의 생산기술 확보의 어려움이 있었지만, IP의 활용이 활성화되면서 특정 기능 IP의 제조공정을 모듈화시킴으로써 전문분야의 생산기술역량을 강화할 수 있었다. Display Driver IC, Power IC 등의 분야에서 표준화된 반도체 IP를 서비스하거나 아날로그 반도체 제조기술 등 동부하이텍만이 보유하거나 전문화된 전문제조기술을 이용한 성장전략으로 전문화에 성공하였다. Power IC, Analog IC를 위한 해당 분야인 전력전자공학, 전자회로 등 대학의 연구진과 협력하고 관련 분야의 시스템기업과의 기업간 네트워크를 형성하며 해당 분야의 전문설계기업을 인수 합병함으로써 혁신적 시스템을 구현하였으며, 이를 통해 제품개발기간의 단축과 커스터미화 된 제조시스템 구축이 가능하게 되었다.

여섯째, 동아의과대학교의 의공학 LAB은 Chipless의 유형을 갖는 시스템반도체 개발 조직이다. 의학과 전자공학, 휴대폰 등의 기술을 융합하여 개발하고 있는 생체신호 SoC는 그 지식의 특성이 의학에 기반을 두고 있어 기존의 전문설계기업이나 종합반도체기업에서의 개발이

어렵다. 또한 의학지식은 의공학 협회와 의사협회의 인준이 되지 않으면 외부로의 확산이나 가공을 통한 거래가 어렵기 때문에 병원과 의과대학교를 중심으로, 제조를 위한 Foundry와 Layout을 위한 Fabless와의 기업간 관계를 통해 개발됐다. 즉, 지식을 보유한 기업이나 조직, 반도체로의 전환을 위한 대학 또는 Fabless 기업, 제조를 위한 Foundry 간의 수직적 기업간 네트워크가 나타나고 있으며 상호간 시장적 네트워크를 형성하고 있다. 또한 시스템반도체의 공급채널과 지식의 확보를 위해 병원과의 긴밀한 협력이 나타나고 있다.

요컨대, 기업간 네트워크는 기업의 기술개발과 기술혁신성과 활용을 위한 방법으로서 활용되고 있다. 제품개발을 위한 비시장적 기업간 네트워크에서 점차적으로 지식의 활용과 탐색을 위한 전략적 기업간 네트워크로 진화하고 있다. 즉, 제품을 개발하기 위한 기술개발과 지식자산의 활용을 위한 기술개발을 위해 기업들은 거래 또는 라이선스를 통해서 기업간 네트워크를 형성하고 있으며, 특히 비용절감과 개발기간의 단축, 시장의 창출을 위해 이를 전략적으로 활용되고 있다.

## V. 요약 및 결론

본 연구는 산업별 혁신체제(sectoral innovation system) 맥락에서 시스템반도체의 기술혁신패턴의 진화를 지식의 생성방식의 진화와 이에 따른 기업간 관계의 진화라는 관점에서 분석하였다. 특히, 설계도구인 EDA의 등장 이후에 지식의 생성방식이 변화하였고 이를 기반으로 기업유형의 진화, 기업간 네트워크의 진화 등 기술혁신패턴이 진화하였음을 문헌자료에 대한 검토와 주요 기업에 대한 인터뷰를 통해 분석하였다.

분석결과를 요약하면 다음과 같다. 시스템반도체의 혁신활동은 과거 지식의 축적을 통한 설계활동 중심의 기술개발에서 지식과 기술활용을 위한 탐색활동 중심의 혁신활동으로 진화하고 있다. 즉, 특정 기능의 구현을 통한 제품개발이 아니라 IP를 활용한 시스템 구축으로 제품개발이 이루어지는 설계활동의 분업화로 지식과 기술의 탐색활동의 중요성이 증대했다. 또한 지식의 가치가 높아짐에 따라서 시스템반도체기업은 지식을 통한 신시장의 창출과 기업간 관계를 통한 신산업, 신기술의 개발을 추구하게 되었다. 기존의 설계활동보다 설계비용 절감과 설계기간이 단축되면서 더욱 시장과 기술의 진화에 효과적으로 대응할 수 있는 기업유형으로 전문적 분업화가 일어나게 되었다.

지식의 활용측면이 점차적으로 강조됨에 따라 기업간 네트워크는 다른 기업과의 상호보완적인 기술개발구조를 구축하기 위해 다양하게 형성되고 있다. 즉, 다양한 유형의 전략적 네트

워크를 통해 기술과 지식의 교류 또는 거래가 발생하고 있으며, 기업간 공진화에 따른 기술개발활동을 하고 있다. 시스템반도체산업에서의 기술혁신은 기업의 유형에 따라 요구되는 지식과 기술이 다르고, 그 네트워크를 통한 혁신성과는 신시장의 창출, 보유하고 있는 기술역량의 강화, 새로운 수익모델의 수립 등으로 다양하게 전개되고 있다.

기업간 네트워크는 상품이 되고 부품이 되는 지식을 효과적으로 개발하기 위한 기술개발과정의 역할을 하고 있으며, 기술개발과정에서 형성되는 연구 산출물의 상품화를 통한 수익모델의 구축과 기술시장의 창출로 기업의 혁신성과를 구체화시키고 있으며, 새로운 분야에 대한 기술적 접근이 쉬워지면서 다양한 시스템산업으로의 시장확대를 통해 다양한 산업의 발전에 핵심적 역할을 담당하게 되었다. 전문설계기업은 IP활용을 위한 기술탐색, IP 개발기업은 지식의 탐색, 전문제조기업은 분야의 탐색을 통해 신시장 창출과 신제품개발을 시도하기에 이른다. 즉, 점차적으로 탐색활동을 통한 기술혁신이 일어나는 기술혁신패턴의 진화가 일어나고 있으며, 탐색된 지식을 활용한 수익모델을 구축하기 위해 비시장적, 시장적 기업간 네트워크를 기업들은 전략적으로 조정하고 활용하여 전략적 기술경영을 시도하고 있음을 확인할 수 있

〈표 2〉 시스템반도체산업의 기술혁신패턴 진화

| 연대            | 1960년대 이전                     | 1960~1980         | 1970~1995                       | 현재                                |
|---------------|-------------------------------|-------------------|---------------------------------|-----------------------------------|
| 설계도구          | 수작업                           | 수작업               | EDA                             | EDA                               |
| 지식의 범위        | 시스템의 기능                       |                   | 시스템의 확장                         | 분야의 확장                            |
| 지식의 내용        | 반도체의 특성                       | 전자회로<br>반도체의 특성   | 기존시스템 주변의 부품 지식                 | 다양한 분야의 지식                        |
| 활용 방식         | 지식의 축적                        |                   | 지식의 확대                          | 지식의 탐색                            |
| 기업 유형         | 연구소                           | 종합반도체기업           | 전문설계기업                          | Chipless 기업<br>Fabless 기업         |
|               |                               |                   | 전문제조기업                          | 전문제조기업                            |
|               |                               |                   | 종합반도체기업                         | 종합반도체기업                           |
| 기업조직의 진화      | 연구소의<br>부품산업 진출               | 기업내 연구<br>개발조직 형성 | 설계와 제조의 분업화                     | 전문설계기업의 전문적<br>분업화                |
| 기업의<br>기술혁신성과 | 신제품                           | 신제품               | 신제품                             | IP 또는 기술상품,<br>신제품                |
| 기업간<br>네트워크   | 생산을 위한 기업내 시장적<br>네트워크        |                   | 기술개발을 위한 기업간<br>비시장적 네트워크       | 기술개발을 위한 시장적,<br>비시장적 기업간 네트워크    |
| 기술개발방식        | 제조부문과의 긴밀한 협조를<br>통한 기업내 연구개발 |                   | 시스템기업의 지식을 중심으로<br>지식구조의 확장     | 지식의 조합을 통한<br>기술개발                |
| 기술혁신패턴        | 기업의 규모확대를 통한<br>비용절감과 시장의 확대  |                   | 전문설계기업의<br>기술개발활동을 통한 제품<br>다양화 | 기업간 네트워크를 통한<br>기술개발방식의 전략적<br>선택 |

었다. 분석을 종합해보면 <표 2>와 같다.

요컨대, 시스템 산업에서 과거부터 축적된 기술혁신의 방법과 패턴들은 산업의 축적된 기술 역량으로서 작용하고 있지만 지식의 융합을 통해 시스템기업이 융합제품을 개발할 수 있도록 만들어 주는 환경의 변화는 과거의 지식의 축적만으로는 더 이상 새로운 시장의 창출과 산업의 발전이 나타날 수 없다. 오히려 시스템반도체산업에서 선도적인 역할을 담당하고 있는 기업의 경우 공통적으로 해당 기업의 핵심역량에 맞추어 기업간 네트워크를 통해 기술혁신패턴의 진화에 성공하고 있다.

이러한 지식의 진화에 따른 기술혁신패턴의 진화를 보이는 시스템반도체산업에 대한 분석을 통해 얻을 수 있는 시사점은 다음과 같다. 첫째, 시스템 반도체기업 및 산업의 효과적인 성장을 위해서는 국내외 기업간 네트워크를 전략적으로 활용할 수 있어야 하며, 이를 위한 시장적 혹은 비시장적 제반 인프라가 정책적으로나 기업차원에서 적극적으로 형성되어야 한다. 둘째, 시장창출과 지식활용 등 탐색활동이 시스템반도체산업에서의 기술혁신활동의 핵심이라는 점을 고려하면서 이들 탐색활동을 적극적으로 추구하면서 이를 위한 제반 전략이 강구되어야 한다. 이 과정에서 점차적으로 형성되는 시스템반도체 지식을 활용한 신산업에서의 기술표준화과정에 적극적으로 대응하여 영역을 구축해야 한다.

## 참고문헌

- 김미애 (2008), “신성장동력창출을 위한 시스템 반도체산업 발전전략”, 지식경제부, 2008 IT SoC Magazine 4호.
- 김석관 (2004), 제약산업의 기술혁신패턴과 발전전략, 과학기술정책연구원.
- 김석관 외 (2006), 제약산업의 혁신체제 개선을 위한 산학연 협력 강화방안, 과학기술정책연구원.
- 김영진 (2008), “부품업체에 의한 시스템 제품의 아키텍처 혁신: 카메라폰 플랫폼 변경사례”, 전략경영연구 제11권3호, pp. 91-117.
- 김진용/정재용 (2003), “특허분석을 활용한 ICT 산업혁신체제의 역동성에 관한 연구”, 한국기술혁신학회지 2003, pp. 31-43.
- 김진태 (2004), IP 전달물 규정, IT SOC magazine.
- 김진혁 (2008), “국내 팹리스 업체의 SoC/IP 개발 동향”, 전자통신동향분석 제 22권 3호.
- 김형식 (2008), 「2008 한국의 산업 : 반도체」, 지식경제부.

류장렬 (2007), 기초반도체공학, 형설출판사.

민완기/오완근 (2006), “국내 IT SoC산업의 기술추격”, 기술혁신학회지 제9권 제4호, pp. 776-795.

민완기/오완근/황진영 (2008), “국내 IT SoC산업의 혁신시스템 발전방안: 대만과의 비교 관점에서”, 정보통신정책학회, pp. 229-254.

박규호 (2003), “한국의 기술적 전문화와 혁신활동 패턴”, 기술혁신연구, 11권 2호.

박규호 (2006), 「특허정책의 변화와 특허의 활용에 관한 연구」, STEPI, 과학기술정책 2006-06.

송위진 (2000), 「산업별 기술혁신패턴의 개념」, 과학기술정책 2000, 152-165p.

송위진 (2000), 산업별 기술혁신패턴 비교분석, 과학기술정책연구원.

유병곤/유종선 (2001), “2015년을 지향한 반도체 기술 개발 동향”, 정보통신연구진흥원, 주간 기술동향 01-31.

이상현 (2007), 굴뚝 없는 공장, ‘반도체 IP 산업’, embedded world 2007년 5월호.

이찬호 (2004), “SoC(System on Chip)”, TTA 저널 제93호.

임준/박승찬/이경원/정현준 (2007), “지식집약활동의 국제화: SoC와 SW 관련 중소기업을 중심으로”, 정보통신정책연구원 연구보고 2007권 13호, pp. 1-128.

장선호, 김종대, 선우명훈 (2009), 플랫폼기반 시스템반도체 기술개발기획, IT SoC Magazine  
전황수 (2008), “IT 융합시대의 IT 부품·소재산업 대응방향”, 전자통신동향분석 제 23권 제 2호.

전황수, 하필선 (2006), “IT-BT-NT 기술 융합에 따른 산업육성전략”, 전자통신동향분석 제21권 제2호.

정보통신산업진흥협회 (2005-2008), Issue Report.

정선양 (2001), 주요 산업의 기술혁신체제, 과학기술정책연구원.

정재용 (2001), 「IT산업 공진화를 위한 기술혁신 선진국 사례조사 및 정책연구」, 정보통신부.  
주대영, 「국내 반도체산업의 현 좌표」, KIET.

지식경제부 (2008), 「시스템 반도체산업 발전전략」.

지식경제부 (2011), 「2011년도 시스템 반도체산업 육성 대책」.

한국 반도체산업협회 (2006), 반도체의 기초.

한국 반도체산업협회 (2007), 반도체산업의 기술발전 전망 및 경쟁력.

한국반도체산업협회, www.ksia.or.kr

황혜란 (1999), 「한국 반도체/컴퓨터 산업의 혁신체제 진화과정 및 개선방안」, 과학기술정책연구원.

- Abernathy & Utterback, 1978, "Patterns of Industrial Innovation", *Technology Review*, pp. 40-47.
- Arora Ashish et al (2001), "Market for Technology and their implications for corporate strategy", *Industrial and Corporate change*, Vol.10 No.2.
- Das T. K. and Bing-Sheng Teng (2002), "Alliance constellations: a social exchange perspective", *The Academy of Management Review*, Vol. 27 No. 3, pp. 445-456
- Digital Engineering (2000-2009), 반도체산업의 기술동향과 전략.
- Embedded World (2004-2007).
- Guilhon Bernard (2004), "Markets for technology and firms' strategies: the case of the semiconductor industry", *International Journal of Technology Management*, Vol. 27, pp. 123-142.
- Hall, Brownyn H. and R.M. Ham(1999), "The Patent Paradox Revisited: Determinants of Patenting in the Semiconductor Industry", 1999 NBER Working Paper No. 7062
- Hobday Mike (1991), *Innovation in East Asia: Diversity and development*, Science Policy Research.
- ISupply (2009), 세계 반도체소자 시장추이.
- IT SoC Annual Report (2003-2008), IT SoC 협회.
- IT SoC Magazine (2000-2009), 기술개발 기획 Special report.
- KETI (2007), 반도체산업의 기술동향 및 전략.
- Malerba (2005), "Sectoral systems How and why innovations differs across sectors", *Oxford handbook of innovation*.
- Malerba (ed.)(2004), *Sectoral systems of innovation : concepts, issues and analyses of six major sectors in Europe*, Cambridge university Press.
- Malerba,F (1992), *The Organization of the Innovative Process*, Stanford University Press, 1992.
- Pavitt (1984), "Sectoral patterns of technical change : Towards a taxonomy and a theory", *Research Policy*.
- Rambus (2009), Rambus white-paper; Challenges and Solutions for Future Main Memory, 2009-05.
- Saxenian (1998), *Regional Innovation System and Blurred Firm*, Kluwer Academic Publishers.

Tsai Yingyi/Wu Ching-Tang (2005), "Demand Uncertainty and the Choice of Business Model in the Semiconductor Industry", *Seoul Journal of Economics*.

TTA 저널 (2005-2009), SoC section.

Utterback, James M. and William J. Abernathy, "A Dynamic Model of Product and Process Innovation", *Omega*, Vol. 3, No. 6, 1975, pp. 639-656.

---

#### 문주현

한국기술교육대학교 기술경영대학원을 졸업하고, 현재 (주)제우스의 기술혁신팀에서 근무 중이다. 주요 관심영역은 반도체, IT, 소프트웨어 등이며, 주요 연구 분야는 기술혁신, 기술혁신 패턴, 혁신 네트워크, 기술혁신의 진화 등이다.

---

#### 박규호

서울대학교에서 기술혁신분석으로 박사학위를 받았다. 현재 한국기술교육대학교 산업경영학부에서 근무 중이다. 주요 연구 분야는 산업별 기술혁신패턴, 기술시장분석, 특허경영 등이다.