

# 아키텍처 혁신의 과정 모델: 휴대폰용 진동모터 개발 사례를 중심으로\*

김희승\*\* · 김영진\*\*\*

## <목 차>

- I. 서론
- II. 선행연구
- III. 분석틀의 구축
- IV. 연구방법
- V. 사례연구
- VI. 연구 결과의 시사점과 결론

**국문초록 :** 아키텍처 혁신은 급진적 혁신과 달리 기술적 불연속성의 정도는 낮지만 제품 아키텍처의 변경을 통한 기술적 성능개선 폭은 큰 혁신으로 이해되고 있다. 신생 산업의 초기, 급진적 혁신 제품의 개발에 성공한 기업은 이후, 열등한 아키텍처 효율성 문제를 극복하지 않으면 더 이상 기술적 성능 개선이 둔화되는 시점에 도달하게 된다. 이 지점에서는 급진적 혁신 단계에서의 열등하지만 창의성이 깃든 제품 아키텍처의 창출 경험은 오히려 아키텍처 혁신의 장애물로 작용하게 될 수 있다. 본 연구는 아키텍처 혁신 전후의 시장 요구변화와 이에 대한 기술적 해결 전략을 단계모델의 관점과 문제해결 모델의 관점이 결합된 분석틀의 구축을 통해 이해해보고자 하였다. 한국의 중소기업 자화전자(주)는 산업 초창기 휴대폰에 장착되는 진동모터의 급진적 혁신에 성공 후 아키텍처 혁신과 연관된 장애물들을 극복함으

\* 심사 과정에 도움을 주신 모든 분들께 깊은 감사의 말씀을 드립니다.

\*\* 한국기술교육대학교 석사과정 / 자화전자(주) (hskim@jahwa.co.kr)

\*\*\* 한국기술대학교 산업경영학부 조교수, 교신저자 (everjkim@koreatech.ac.kr)

로써 마침내 자신이 개발한 진동모터의 본격적 확산에 성공할 수 있었다. 본 연구는 진동모터의 개발과정에 대한 능동적 참여관찰을 통해 단일 사례를 종단적으로 깊이 연구함으로써, 이 과정이 어떻게 진행되었는지를 이해하고자 하였다.

주제어 : 아키텍처 혁신, 제품 플랫폼, 사례연구, 진동모터, 자화전자

---

---

## A Process Model of Architectural Innovation: The Case of Vibration Motor Development in Cellularphone Industry

Heesung Kim · Youngjin Kim

---

---

**Abstract :** Architectural innovation is being regarded as one having major influence on the rate of performance improvement, even if this type of innovation does not show the highest level of technological discontinuity. Radical innovation firms who made a breakthrough product new to an industry, approach a certain point of time in which the speed of performance improvement very slows down, if architectural efficiency is not improved. At this time, this firm's prior experience in developing inferior, but very creative radical product architecture might work as paradoxical impediments to architectural innovation, the following important event. This study intends to understand the relationship between shifts in market needs and technological problem solving strategy, which exist before, after, and during architectural innovation, based on conceptual framework in which both stage and problem solving perspectives are combined. Korean SME, JAHWA Electronics could succeed in diffusion of vibration motor, by overcoming technological mental model locked in seemingly successful first generation architecture of coin type vibration motor. In-depth single case study including interviews and active participative observations was carried out for building longitudinal understanding of this innovation concept.

Key Words : Architectural innovation, Product platform, Vibration motor, Case study,  
JAHWA Electronics

# I. 서론

아키텍처 혁신(Architectural Innovation)에 대한 연구는 기술적 차원의 혁신 유형에 관심을 가진 연구자들의 주요한 관심사 중 하나이다(e.g., Henderson & Clark, 1990; Christensen, 1992b; Bozdogan et al., 1998). 아키텍처 혁신은 제품을 규정하는 핵심컨셉(예: 내연기관 자동차의 핵심컨셉은 내연기관 엔진)의 성능을 강화하는 과정에서 핵심컨셉에 연관된 부품과 다른 부품 간의 연결 방식 변경을 통한 제품의 성능향상 의도와 관계가 있다. 근본적으로, 아키텍처 혁신의 주요 관심은 부품 개선이 아닌 그 부품이 장착되는 제품의 구조변경에 대한 것이다. 물론, 제품의 구조변경과정에서 부품개선이 동반될 수는 있다. 이 과정에서 아키텍처 혁신이 초래하는 제품 성능의 대폭적 향상으로 인해, 이 유형의 혁신이 산업 내에서 해당기업의 성장에 미치는 영향이 크다는 것은 반복적으로 알려져 있다(Henderson & Clark, 1990; Tushman & O'Reilly III, 2002; Schilling, 2008, p.46; 김영진, 2008).

이 개념의 혁신 유형이 처음 소개되었을 때, 가장 중요한 초점 중 하나는 부품과 함께 제품 아키텍처를 동시 변경하는데 따른 기존 주도 기업의 고착화된 기술적 문제해결 패턴이었다. 이런 문제해결 패턴에 대한 기술적 관점의 고착화는 산업에 신규 진입한 기업보다는 제품 아키텍처에 대한 문제해결 패턴이 이미 확립된 기존의 시장주도 기업에 나타나기 쉬운 경향성을 띄고 있다(Henderson & Clark, 1990). 오랜 시간을 거쳐 최적화된 제품 아키텍처-부품과 부품간의 연결방식-는 제품개발을 위한 문제해결 패턴-기존 아키텍처에 적합한 정보의 전달과 적합하지 않은 정보의 여과-의 고착화를 의미하며, 새로운 제품 아키텍처로의 변화에는 취약성을 가지게 만든다(Henderson & Clark, 1990).

아키텍처 혁신에 대한 논의 구조는 이렇게 제품 아키텍처와 연관된 기술 변수와, 조직의 의사결정패턴으로 대표되는 조직 변수 간의 관계를 설명하면서 주목을 받게 되었다. 하지만, Henderson & Clark(1990)의 연구는 상대적으로 부각된 기술 변수와 조직 변수 간의 관계에 우선적 영향을 미칠 수 있는 시장 변수는 약화시켜 설명하고 있는 것처럼 보인다. 즉, 시장의 요구사항 변화는 기술 변화를 요구하며, 기술 변화는 때에 따라 조직의 문제해결패턴 변화를 요구하게 되는데 Henderson & Clark(1990)의 연구에서 주로 강조된 것은 기술적 변화 요구에 대한 조직의 문제해결패턴 변화 여부였다. 그러나 그들의 연구에서 아키텍처 혁신을 촉발시킨 시장의 요구사항은 마스크가 웨이퍼에 직접 접촉할 때의 웨이퍼 오염의 문제였다. 여기서 주목할 부분은 그들이 연구한 1세대와 2세대 선도

기업의 관련 반도체 장비의 혁신은—비록 1세대의 선도 기업은 자신을 도약으로 이끈 기존 반도체 장비의 아키텍처를 탈피하지 못해 2세대에서는 실패했지만—모두 마스크를 웨이퍼에 직접 접촉시킴으로 발생하는 접촉식 얼라이너의 웨이퍼 오염 문제를 해결하기 위한 시도로서 이루어졌다(Henderson & Clark, 1990)는 것이다. 웨이퍼의 오염 문제는 결국 반도체의 수율 감소로 귀결되기 때문에, 이 기술적 문제의 해결은 시장의 우선적인 요구였고 이는 아키텍처 혁신의 촉발 여부가, 시장이 요구하는 우선순위의 변화와 연관되어 있음을 미루어 짐작할 수 있다.

Henderson & Clark(1990)의 연구에서 강조되지 않았지만 사례에서 드러나는 이러한 부분들은, 기술 변수—제품아키텍처의 변화여부—와 조직 변수—조직의 문제해결패턴 고착화—간의 관계를 설명하기 전에 시장의 요구—반도체의 품질신뢰성—와 기술 변수 간의 관계 설명이 우선되어야 함을 시사해주고 있다. 이러한 부분은 아키텍처 혁신에 관한 최근의 연구(e.g., 김영진, 2008)에서도 개념적으로 명확히 드러나지 않고 있다.

본 연구는 관련 연구에서 상대적으로 부각되지 못했던 시장 요구의 변화와 아키텍처 혁신과의 관계를 연관시킴으로써, 해당 혁신에 요구되는 시장-기술 영역의 해결전략을 포괄적으로 이해하는데 기여하고자 한다. 더불어, 아키텍처 혁신의 과정을 종단적으로 서술함으로써 아키텍처 혁신의 시발점부터 확산까지의 과정적 분석들을 관련 사례를 통해 제시해보고자 한다. 아키텍처 혁신에 대한 연구는, 언젠가는 성장과정에서 자신의 멘탈모델(Senge, 1990; Noda & Collis, p.901) 변경이 불가피한 기업들에 있어 주목해야 할 기술적 사고방식 중 하나이기 때문이다.

한국의 중소기업인 자화전자는 휴대폰에 장착되는 진동모터산업의 초기 진입 기업으로써, 진동모터의 급진적 혁신에 성공한 이후 아키텍처 혁신의 필요성에 직면하게 되었다. 자화전자는 자신의 진동모터 내부에서 야기된 성능 한계 문제를 진동모터의 부품관점이 아닌 진동모터 구조의 관점에서 부품 효율성 문제를 재정의함으로써 진동모터의 성능 한계를 극복하게 되었고, 이 프로젝트 이후 자화전자의 진동모터 확산이 본격적으로 이루어지게 되었다. 산업초창기, 급진적 혁신에 성공한 기업들은 이후 기술적 한계에 봉착하게 될 때, 아키텍처 혁신의 필요성과 연관된 다음 문제들에 관심을 가지게 될 것으로 보인다. 본 연구의 연구 질문은 다음과 같다.

1. 아키텍처 혁신의 시발점부터 확산까지의 전체 과정은 어떤 단계로 분류되어질 수 있는가?
2. 분류된 개별 단계 내에서, 시장에서 대 두되는 요구와 이에 따른 기술적 차원의 문제와 해결전략은 어떻게 이해될 수 있는가?

이상, 본 연구는 위의 연구 질문에 근거해 아키텍처 혁신에 대한 과정적 분석들을 제시해보고자 한다.

## II. 선행연구

### 1. 기술혁신 유형과 아키텍처 혁신

분석들을 구축하기 전에 먼저, 아키텍처 혁신에 대한 연관 논의들을 간단히 소개하고자 한다.

아키텍처 혁신은 많은 경우 부품 효율성의 개선만으로는 제품 전체의 성능을 개선하기 어려울 때, 부품이 장착되는 제품의 아키텍처(구조) 효율성에 관심을 돌리는 과정에서 일어나게 된다(Henderson & Clark, 1990; Christensen, 1992b). 이런 이유에서, 아키텍처 혁신은 아키텍처 효율성의 개선만이 아닌 부품 효율성과 아키텍처 효율성의 동시 개선으로 마무리되는 경우가 적지 않다.

본 연구의 주제인 아키텍처 혁신의 개념은 Henderson & Clark(1990)의 혁신 유형 분류에서 비롯되었다. 그들은 기술적 차원의 혁신 유형을 흔히 언급되는 급진적 혁신(radical innovation), 점진적 혁신(incremental innovation) 외에, 아키텍처 혁신(architectural innovation)과 모듈 혁신(modular innovation)을 추가해 분류하였다. 이 4가지 혁신 유형의 분류기준은 제품 핵심컨셉의 전환 여부와, 핵심컨셉에 연관된 부품과 다른 부품들 간의 연결방식 변경여부이다. 이 4가지 기술혁신 유형을 시간 순서에 기반해 서술해보면 다음과 같다.

새로운 형태의 제품인 급진적 혁신(radical innovation)이 세상에 나온 이후, 아키텍처 혁신은 급진적 혁신으로 창출된 새로운 제품 아키텍처의 태생적 한계를 해결하기 위한 시도로서 이루어지게 된다. 이러한 시도는 마침내 핵심컨셉과 부품 간의 최적화된 연결방식-개선된 아키텍처의 발견으로 마무리되는데, 이런 과정을 거쳐 제품 아키텍처가 확립된 이후에는 확립된 구조를 중심으로 부품 효율성 개선을 통해 제품 성능을 향상시키게 된다. 확립된 아키텍처 내에서의 부품 효율성 개선 과정은 점진적 혁신 혹은 모듈 혁신(modular innovation: Henderson & Clark, 1990)과 관련성이 있다(송위진·황혜란, 2006). 이 중 점진적 혁신이 제품의 핵심컨셉 전환 없이 아키텍처 혁신으로 확립된 제품

아키텍처 내에서의 부품효율성 개선인 반면, 모듈 혁신은 제품 아키텍처의 변경 없는 제품의 핵심컨셉 전환과 관련 있는 개념이다. 이는 이미 확립된 제품 아키텍처 내에서의 급진적 모듈로의 교체를 통해 성취되게 된다. 모듈 혁신의 예로는 아날로그 전화기의 디지털 전화기로의 전환을 들 수 있다. 디지털 전화기로의 전환은 전화기의 송수신 아키텍처의 변경 없이 내부의 아날로그 다이얼링 서브시스템을 디지털 다이얼링 서브시스템으로 교체함으로써 이루어졌다(Henderson & Clark, 1990). 하지만 아날로그 전화기의 디지털 전화기로의 교체는 전화기 개발 역사에서 드문 일로서, 모듈 혁신은 점진적 혁신과 달리 효율적 제품 아키텍처의 확립 후 일반적 빈도로 발생되지는 않는 것으로 보인다. 또한 제품의 핵심컨셉 강화로 이어지는 아키텍처 혁신의 전후 상황과는 다른 취지의 개념이라고 할 수 있다. 이런 이유로, 아키텍처 혁신으로 제품아키텍처가 확정된 후의 초점은 모듈 혁신보다는 점진적 혁신일 수 있다. 요약하면, 기술 혁신유형의 논리적 시간 순서는 급진적 혁신, 아키텍처 혁신, 점진적 혁신이 될 수 있다.

이 과정에서 급진적 혁신은 산업 초창기에 나타나는 혁신 형태로서 새로운 혁신은 새로운 제품의 아키텍처 지식과 부품 지식 모두에 대한 탐구학습(exploration learning: March, 1991)을 요구받게 된다. 여기서, 탐구학습이 새로운 지식을 개발하기 위한 학습 유형이라면, 활용학습(exploitation learning: March, 1991)은 기존 지식의 확장과 개량을 위한 학습 유형으로 이해될 수 있다. 아키텍처 혁신은 부품 효율성의 개선만으로는 그 부품이 장착되는 제품 전체의 성능을 개선하기 어려운 경우 대두되는 혁신유형으로서, 기업은 이 과정에서 새로운 아키텍처에 대한 탐구학습과 함께, 이전에 축적된 부품 지식에 대한 활용학습을 요구받게 된다. 점진적 혁신의 경우는 아키텍처 지식과 부품 지식의 활용학습을 필요로 한다.

한편, Henderson & Clark(1990)의 논의와는 별도로, 아키텍처 혁신은 기본적으로 제품 플랫폼의 구조변경 논의와 유사한 부분이 있는데, 원래의 제품 플랫폼 혹은 제품 아키텍처는 여러 개의 서브시스템과 이 서브시스템들 간의 인터페이스로 구성되어 있다고 볼 수 있다(Meyer & Lehnerd, 1997). Meyer & Lehnerd(1997)에 따르면, 서브시스템과 서브시스템 간의 인터페이스-연결 방식-가 변경되지 않은 상태에서 양 영역이 개선된 경우는 플랫폼 개선(platform extension)으로, 기존 서브시스템들 간의 인터페이스가 변경되면서 새로운 서브시스템이 변경된 구조에 추가되는 경우는 플랫폼 갱신(platform renewal)으로 간주된다. 여기서 플랫폼 개선은 제품 플랫폼 내에 부착되는 서브시스템의 성격이 제품의 핵심컨셉을 전환할 정도로 급진성을 띄느냐에 따라 점진적 혁신 혹은 모듈 혁신으로 간주될 수 있고, 플랫폼 갱신의 경우는 아키텍처 혁신과 유사한 개념으로

분류될 수 있다고 생각된다. 제품 플랫폼의 개념은 이 플랫폼에 기반한 파생제품(derivative products)의 개발과도 연관되어 있는데, 동일 플랫폼에 기반한 다양한 파생 제품들의 개발은 기업이 효율적인 플랫폼의 개발 후 본격적으로 수익을 창출할 수 있는 중요한 방식이 된다(Meyer & Lehnerd, 1997; Sanderson & Uzumeri, 1995).

## 2. 시장의 요구와 경쟁기반의 변화

한편, 지금까지 논의된 아키텍처 혁신을 비롯한 4가지의 혁신유형들은 기술적 차원의 개념으로서, 기술적 차원의 혁신유형은 독립적으로 결정된다기보다는, 기업에 대해 시장이 요구하는 니즈의 성격과 연관성을 가지고 있다. 이 때, 시장의 니즈는 고객이 의미를 부여하는 가치의 소재(locus of value)로서 시간이 흐름에 따라 어떤 패턴을 띄면서 변화하게 된다. 시장의 니즈가 시간이 흐름에 따라 특정의 방향성을 지닌다면 기업은 외부환경변화에 대한 자신의 해석에 근거해 특정 시점의 니즈를 우선적으로 채택하여 혁신에 반영하게 된다. 이렇게 시장에서 중시하는 가치의 소재가 방향성을 지니면서 이동한다는 것이 경쟁기반 이동의 관점이다(Utterback & Abernathy, 1975; Utterback, 1994; Christensen, 1997; 1999). 경쟁기반의 이동과 연관된 초기의 연구인 산업이 유동기와 과도기, 경화기를 거치는 과정에서 중시되는 부분이 기능적 성능, 제품 다양성, 가격기반으로 이동한다는 주장(Utterback, 1994)은, Christensen(1997)에 이르러 좀 더 구체화되었다. Christensen에 따르면, 신생산업의 시작 후 경쟁의 기반은 기능성, 신뢰성, 편의성, 가격의 순서로 이동하는 경향이 있다. 즉, 산업이 생성된 후 최초의 관심은 디바이스의 새로운 기능에 대한 관심(기능성: functionality)이다. 만일 급진적 혁신으로 새로운 기능을 지닌 제품이 출시된 이후, 해당 제품에 대한 선호도가 증가하는 상황에서는 기능성의 추가 개선이 요구될 수 있다. 이 때 초기에 창출된 제품아키텍처의 변경 없이 부품 효율성의 지속적 개선만으로는 초기 성능의 한계를 극복하기 어려울 때, 아키텍처 효율성과 부품 효율성의 동시 개선을 통해 기능성의 개선에 대한 요구를 성취할 수 있게 된다. 다음, 새로운 기능을 지닌 디바이스의 성능에 대한 관심이 아키텍처 혁신으로 인해 일정 수준에 도달하게 되면 이 디바이스의 신뢰성(reliability)에 대한 관심으로 이동하게 된다. 새로운 디바이스가 가진 초기의 태생적 결함-열등한 제품 아키텍처와 새로운 부품의 장착이 주원인-으로 인해, 새롭지만 안정성이 결여된 제품은 곧 시장에서 프리미엄을 받지 못하게 되고, 시장은 새로우면서도 주어진 기능을 안정적으로 구현할 수 있는,



품질에 대한 신뢰성이 제고된 기업의 제품에 대해 프리미엄을 부여하게 된다 (Christensen, 199; 1999).

기능성과 신뢰성에 대한 관심이 충족된 다음의 경쟁기반은 편의성(convenience)이다. 편의성은 제품 사용의 편의성과 함께, 특정 세그먼트의 구매자에 대한 다양한 내용의 맞춤형 대응을 의미할 수 있다. 더불어, 개발 프로세스의 단축을 통한 대응속도와 반응성(responsiveness)의 개선은 넓은 의미에서는 편의성 기반의 시점에 대두되는 유사한 항목들로 간주되고 있다(e.g., Christensen & Raynor, 2002). 한편, 언급된 세 가지 기반의 충족 뒤에는, 신생 디바이스의 속성상 낮추기 어려웠던 디바이스의 가격에 대한 인하 요구가 마지막으로 나타나게 된다(Christensen, 1997; 1999). 이러한 경쟁기반 이동의 논리는 시간 흐름과 연관된 가치의 논리적 우선성 관점(이희세·김영진, 2010)으로서 현실 세계에서는 위의 4가지 기반에 대한 혼합된 요구가 동시에 디바이스에 표현될 수 있다. 그럼에도 불구하고 이 논의의 핵심은 시장이 가치를 부여하는 소재가 어떤 시점에서는 나머지 가치의 소재에 비해 두드러지게 나타날 수 있다는 것이다. 이는 특정 시점의 사용자 요구 수준을 기업이 충족시킨 이후에 경쟁기반이 이동하는 과정에서 나타나는 현상이다.

이상의 논의를 종합해보면, 산업의 태동 후 시간이 흐름에 따라, 시장이 우선시하는 가치의 소재인 경쟁기반이 이동하는 과정은 특정 디바이스가 급진적 혁신에서 아키텍처 혁신으로, 아키텍처 혁신으로 확립된 제품 플랫폼에 기반한 파생제품의 개발을 통해 점진적 혁신으로 전환하는 부분과 어떤 연관성을 가질 수 있을 것으로 보인다. 제기된 논의를 바탕으로, 아키텍처 혁신의 전후 상황과 연관된 단계들을 구분해보고자 한다.

### Ⅲ. 분석틀의 구축

#### 1. 분석틀 구축을 위한 단계의 구분

아키텍처 혁신에 대한 분석틀을 단계 개념의 관점에서 이해하기 위해서는 기술혁신 유형의 논리적 시간 순서(logical time sequence)에 대한 이해가 필요한데 이러한 순서는 앞에서 급진적 혁신, 아키텍처 혁신, 점진적 혁신의 순으로 설명되었다. 모듈 혁신은 제품의 핵심컨셉 전환과 연관되어 있어 제품의 기존 핵심컨셉을 강화하는 아키텍처 혁신

에 적합한 개념은 아니며 발생빈도 또한 드물게 나타난다. 여기서 본 연구의 분석틀 구축과 관련해 추가적인 이해가 필요한 것은 아키텍처 혁신 직후의 점진적 혁신에 대한 부분일 수 있다.

앞서 언급된 바와 같이, 아키텍처 혁신으로 인해 부품 효율성과 아키텍처 효율성의 동시 개선이 요구되는 상황에서, 아키텍처 혁신의 기술적 성과는 변경된 제품구조 자체에 있지 않고 급격하게 변경된 제품구조와 함께 이에 연관된 부품들 간의 안정화 여부 (Anderson & Tushman, 1990)에 달려 있다. 상대적으로 복잡하거나 미세한 기술을 요구하는 제품일수록, 또한 개발 과정에서의 제품 아키텍처 변경이 공정과 생산 영역에의 변화를 요구하는 경우에도 아키텍처 혁신의 안정화에 대한 관심은 중요한 부분일 수 있다. 하지만, 최근까지 아키텍처 혁신의 안정화 이슈는 아키텍처 혁신의 수행 단계 내에서 동시에 처리해야 하는 활동으로 간주되어 왔으며(e.g., 김영진, 2008), 추가적 안정화에 대한 관심은 미비하다고 볼 수 있다.

한편, 특정 혁신의 목표는 기술적 성과의 대폭 개선 그 자체라기보다는 해당 혁신의 확산이며(Rogers, 2003), 아키텍처 혁신의 궁극적 목표 또한 기본적으로 해당 혁신의 확산 혹은 특정 제품의 점유율 확대이다. 아키텍처 혁신의 확산 활동은 기술적으로는 변경된 제품 아키텍처, 즉 확립된 제품 플랫폼에 기반한 다양한 파생제품의 개발을 통해 이루어지게 된다(Meyer & Lehnerd, 1997; Robertson & Ulrich, 1998). 즉, 확산의 속도는 아키텍처 혁신의 안정화 문제가 해결된 다음에는 시장의 세그먼트 별 요구에 대해, 기술적으로 조정된 다양한 파생제품의 본격적 투입 여부에 달려있다고 볼 수 있다. 이상의 부분들을 보면, 점진적 혁신의 단계는 제품구조가 변경된 제품 아키텍처의 안정화 영역(점진적 혁신 I 단계)과 안정화 이후의 제품 확산, 즉, 본격적인 파생제품 개발 영역(점진적 혁신 II 단계) 단계에 분리되어 적용되어야 할 부분으로 보인다.

지금까지 단계의 구분과 관련해 논의된 부분들을 정리해보면 본 연구의 아키텍처 혁신과 연관된 단계들은 Henderson & Clark(1990)의 기술혁신유형 분류를 근거로 다음과 같이 분류될 수 있다. 정리해보면, 기술혁신 유형의 논리적 시간 순서에 근거해 먼저 산업 혹은 기업 최초로 새로운 제품을 출시하는 급진적 혁신 단계, 아키텍처 혁신 단계, 아키텍처 혁신의 추가적 안정화가 주요 초점이 되는 점진적 혁신 I 단계, 본격적 확산과 연관된 파생제품들이 개발되는 점진적 혁신 II 단계의 4가지로 분류될 수 있다.

한편, 분류된 개별 단계 내에서 대두되는 시장 차원의 문제들과 기술적 차원의 해결전략은 앞에서 언급된 경쟁기반의 이동 논리와 아키텍처 지식과 부품 지식의 학습 관점을 통해 설명될 수 있다. 다음은 분석틀의 구축을 위해 앞에서 언급된 내용들을 개별 단계

별로 간단히 정리해보고자 한다.

## 2. 개별 단계의 내용과 특징

### 2.1 급진적 혁신 단계

급진적 혁신 단계는 산업 혹은 기업 차원에서 최초의 신제품을 개발하는 단계로서 이 시점에는 아키텍처 혁신 이전에 형성되는 급진적 혁신 프로젝트가 진행되는 단계이다. 산업 초창기, 해당 산업에의 조기 진입을 통해 시차를 두고 급진적 혁신에 성공한 기업 들은 유사한 상황에 직면하게 된다. 즉 산업에 새로운 획기적 혁신(new to industry radical innovation) 제품에 대해, 기업은 새로운 제품의 아키텍처 지식과 부품 지식에 대한 탐색학습(exploration learning: March, 1991)을 요구받게 된다. 이 시기의 시장은 초기 기술적 환경에서 새로운 제품의 혁신적 특성과 관련된 기능성 기반의 경쟁에 최우선 가치를 부여하게 된다(Utterback & Abernathy, 1975; Utterback, 1994; Christensen, 1997; 1999).

### 2.2 아키텍처 혁신 단계

아키텍처 혁신 단계에서는, 급진적 혁신 이후, 제품의 추가적 성능 향상을 위해 제품에 대한 새로운 아키텍처 지식을 요구받게 된다. 이는 산업에 새로이 출시된 제품의 경우, 일반적으로 초기 제품에 반영된 열등한 아키텍처 효율성 문제를 해결하지 않으면, 부품 효율성의 개선만으로는 그 부품이 장착되는 제품 전체의 성능을 개선하기 어려운 시기가 도래하기 때문이다(Christensen, 1992b). 이 단계에서의 기술적 문제에 대한 대응은 새로운 아키텍처 지식에 대한 탐구 학습(exploration learning: March, 1991)과 이전에 축적된 부품 지식에 대한 활용 학습(exploitation learning: March, 1991)이다. 결과적으로, 아키텍처 혁신에 성공한 제품은 이전의 성능 열위가 해결된 강화된 기능성(Christensen, 1997:1999)을 기반으로 시장에서 경쟁하게 된다.

### 2.3 점진적 혁신 I 단계

점진적 혁신 I 단계는 아키텍처 혁신에 성공한 제품 기술의 추가적 안정화가 진행되는

단계이다. 아키텍처 지식과 부품 지식의 동시 개선은 여타의 혁신과 달리 해당 혁신의 성공 이후에도 기술적 안정화가 추가로 요구되는 상황이 전개될 수 있다. 아키텍처 혁신 단계에서 일차적으로 안정화된 기술은 이 단계에서 추가적 안정화를 통해 기술적 문제를 거의 넘어서게 된다. 어떤 면에서는 상대적으로 복잡하고 미세한 기술의 경우, 혹은 제품 아키텍처 변화가 공정변화에도 영향을 주는 경우, 아키텍처 혁신은 설계 자체보다도 그런 관점으로 설계된 기술을 추가로 안정화시키는 것이 더욱 어려운 문제일 수 있다. 이 단계에서는 개발과 생산 영역에 대한 기술적 문제 해결을 위해, 전 단계에서 확보된 아키텍처 지식과 부품 지식 모두에 대한 점진적 개선 성격의 활용 학습(exploitation learning: March, 1991)이 이루어지게 된다. 시장 측면에서는 이전 단계에서 제품의 기능성에 대한 요구가 어느 정도 만족되면서, 기술적 안정화와 관련된 제품신뢰성(reliability: Christensen, 1997; 1999)을 기반으로 경쟁이 이루어진다. 제품 사용자 측면에서 보면, 아키텍처 혁신 단계에 더해 점진적 혁신 I 단계가 요구되는 이유는 혁신적 성향을 지닌 시장의 조기 채택자가 아닌 검증형 성향을 지닌 전기다수 채택자들의 경우 기능성 이외에 제품의 신뢰성을 강력하게 요구하기 때문이다(Moore, 2004). 신뢰성에 문제가 있는 제품의 경우, 확산 단계에 이르지 못하고, 중간에 도태될 가능성이 높아진다.

## 2.4 점진적 혁신 II 단계

아키텍처 혁신 단계와 점진적 혁신 I 단계를 통해 출시된 제품들은 어떤 면에서 파생 제품(derivative product)의 산출을 위한 기반 제품 혹은 제품 플랫폼의 성격을 띄게 된다. 점진적 혁신 II 단계에서는 아키텍처 혁신의 성공으로 인한 파생제품의 개발(Meyer & Lehnerd, 1997; Robertson & Ulrich, 1998)이 본격적으로 진행되며, 이를 바탕으로 아키텍처 혁신에 성공한 제품의 상업적 확산이 빠른 속도로 이루어지게 된다. 이 단계에서는 다양한 파생제품의 개발을 위한 부품 지식에 대한 활용 학습이 이루어지며, 아키텍처 지식에 대한 활용 학습은 아키텍처 지식에 대한 활용 학습은 점진적 혁신 I 단계에서의 제품 아키텍처의 안정화 성공으로 인해 감소하게 된다. 시장에서는 새로운 기능성의 형성과 강화, 신뢰성의 확보 과정을 거치면서 경쟁의 기반이 편의성과 가격 기반으로 이동하게 된다(Christensen, 1997; 1999). 이전에 새로운 제품의 성능 자체와 신뢰성 제고 노력에 만족했던 사용자는 제품의 개발 프로세스 단축을 통한 대응속도와 반응성의 개선과 같은 편의성 영역을 요구하는 경향이 있다(Christensen & Raynor, 2002). 또한 이 단계에는 경쟁업체의 등장으로 제품의 가격 경쟁력이 중요한 이슈로 등장하게 된다. 제품

아키텍처 안정화 이후의 편의성과 가격기반으로의 경쟁기반 이동은 시간차가 존재할 수 있으나 그 목적이 본격적인 확산이라는 데 있어서는 동일하다고 할 수 있다.

이상을 바탕으로 구축된 본 연구의 분석틀은 다음과 같다. 분석틀은 개별 단계 내에서 대두되는 시장 이슈와 이에 수반되는 기술적 문제들과 기술적 차원의 대응방식을 서술하는 형태로 작성되었다. 이러한 부분은 연구모형을 구성하기 위해 자주 사용되는 단계모형(stage model)과 문제해결모형(problem solving model), 사회적상호작용모형(social interaction model) 중(Yin, 2003), 단계모형과 문제해결모형을 결합함으로써 만들어졌다. 단계모형을 상위차원으로 하여 개별단계 내의 문제와 해결방식을 기술하고자 함으로써 위의 4단계에서 언급된 경쟁기반의 이동과 연관된 시장의 요구는 해결해야 할 기술적 문제로 치환될 수 있으며 이는 다시 기술적 차원의 대응(해결전략)을 요구한다. 한 가지 짚고 넘어갈 것은 분석틀에서 표현된 경쟁기반의 이동과 연관된 시장의 요구는 외부환경으로부터 일방적으로 주어질 수도 있지만 시장의 요구에 대한 기업의 해석이 반영된 부분일 수도 있다는 것이다.

<표 1> 분석틀

문제와 해결전략 \ 단계	급진적 혁신	아키텍처 혁신	점진적 혁신 I	점진적 혁신 II
시장의 요구 변화	새로운 기능성	기능성의 강화	신뢰성	편의성과 가격
기술적 문제	아키텍처 지식과 부품 지식의 창출	열등한 아키텍처 효율성의 해결	아키텍처 안정성의 확보	다양한 파생제품 개발요구 대응
기술적 해결전략	탐구 학습 (아키텍처 지식) 탐구 학습 (부품 지식)	탐구 학습 (아키텍처 지식) 활용 학습 (부품 지식)	활용 학습 (아키텍처 지식) 활용 학습 (부품 지식)	활용 학습 (부품 지식)

## IV. 연구 방법

본 연구는 아키텍처 혁신의 전후 과정에 대한 이해를 단일 사례분석을 통해 시도하고자 하였다. 단일 사례연구가 정당화되어질 수 있는 조건 중 하나는 연구자가 잘 알려진 이론을 확인·확장하고자 하거나, 특정 이론에 도전하고자 할 때이다(Yin, 2003).

본 연구는 구축된 아키텍처 혁신의 과정적 분석틀을 단일 사례를 통해 서술하되, 상대적으로 기술적 멘탈모델의 고착화에서 유연하다고 알려진 중소기업 표본을 선택해 설명하고자 한다. 규모가 작은 기업은, 자원의 제약은 있을지라도, 민첩성, 신속한 의사결정과 관련된 어떤 우위를 보유하고 있다고 알려져 있다(Tidd et al., 2005, p.71). 중소기업 표본이 선택된 이유는, 아키텍처 혁신의 진행 과정에서 조직의 관성으로 인해 고착화된 문제해결 패턴을 극복하기 어려울 것 같은 대기업 샘플보다는, 문제해결 패턴의 고착화를 극복하기가 상대적으로 더 쉽다고 간주되는 중소기업-문제해결 패턴의 고착화가 나타나기 쉽지 않은 샘플-들이 과연 급진적 혁신의 성공으로 창조된 제품아키텍처의 부정적 영향력을 어느 정도 회피할 수 있는지 이해하는데 도움이 될 수 있기 때문이다. 이런 접근 방식은 Yin(2003)의 표현에 따르면, 이론적 복사(theoretical replication) 관점의 표본 선택 원리와 유사하다, 즉 가능하면, 그런 일이 일어날 것 같지 않은 유형의 샘플을 선택해 기존 연구에서 지적된 문제들이 반복적으로 일어날 수 있다는 것이 드러난다면, 해당 이론의 설명력과 예측력이 강화된다는 것이다. 이런 표본 선택을 통해 사실상, 아키텍처 혁신에 직면하는 모든 기업들이 문제해결 패턴의 고착화와 관련된 멘탈모델 변경과 관련해 공통적으로 겪을 것으로 예상되는 어려움을 파악할 수도 있기 때문이다.

사례 연구에 필요한 자료는 다음과 같은 방식으로 수집되었다. 본 연구는 시기적으로 1997년 8월부터 2004년 12월까지 당시 한국의 중소기업인 자화전자(주)(1981년 설립, 1987년 주식회사로 변경, 1998년의 매출은 466억원 가량)의 휴대폰용 진동모터의 개발과 확산과정에 대한 사례를 근거로 하고 있다. 연구자 중의 1인은 진동모터의 전체 개발 시기 중, 1999년 11월부터 2004년 12월까지 자화전자(주)의 코인타입 진동모터 개발에 참여하여 제품 설계, 부품 개발, 파생 모델 개발에 있어 주요한 역할을 수행하였다. 이는 참여관찰(participative observation)형태의 사례연구 방법으로서 참여자가 자신을 집단에 몰입시키는 위치이다. 이들은 조직 활동에 제한적으로 참여하는 주변인 수준의 참여 관찰과는 구분된다(Yin, 2003). 이러한 능동적 참여 관찰은, 연구자가 피 관찰자의 입장을 옹호하게 되거나, 외부 관찰자보다 특정 사건에 대해 편향적 판단이 이루어질 가능성이 있지만, 반대로 일상적인 환경 하에서 증거를 모을 수 있고, 내부인의 시각으로 현실을 인지할 수 있으며, 연구자가 직접 사례에 참여함으로써, 실험 상황을 직접 통제하는 것과 유사한 경험을 통해 다양한 조건 하에 있는 자료들을 수집할 수 있는 장점들이 있다(Yin, 2003).

이처럼, 참여 관찰에서 가장 문제가 되는 연구자의 편향성 문제를 극복하고 연구의 객관성을 확보하는 것은 사례연구의 신뢰성 문제를 해결하는 중요한 과정이 된다. 따라서,



본 연구자 중 1인이 확보한 암묵적 지식 외에, 첫 번째와 두 번째 개발팀의 핵심 엔지니어 3명을 각각 서면조사하고 인터뷰함으로써 경험적 판단의 편향성 문제를 극복하고자 하였다. 핵심 엔지니어 중 1인(과장A)은 자화전자의 코인타입 진동모터의 최초 개발 팀 4인 중 1인으로 1997년 8월부터 1999년 12월까지 코인타입 진동모터의 1세대 플랫폼과 2세대 플랫폼의 개발 프로젝트를 수행하였으며 전자기 설계와 공정기술 개발 부분의 업무를 책임지고 있었다. 연구자와 나머지 2인은 5명이 주축으로 활동했던 두 번째 개발 팀의 엔지니어였다. 두 번째 핵심 엔지니어(과장B)는 1999년 1월부터 2005년 12월까지 2번째 플랫폼의 재설계와 3번째와 4번째 플랫폼의 개발 프로젝트를 수행하였으며, 전자기 설계와 공정기술 개발, 개발 표준관리 영역의 업무를 담당하였다. 세 번째 핵심 엔지니어(과장C)는 1999년 7월부터 2008년 3월 인터뷰 당시까지 진동모터 개발 관련 업무를 수행하였다. 본 연구의 사례연구 분석 범위에서는 2번째 플랫폼의 재설계와 3번째와 4번째 플랫폼의 개발 프로젝트를 수행하였으며, 전자기 설계와 제품 신뢰성, 고객 대응 업무를 담당하였다. 연구자 중 1인은 1999년 11월부터 2004년 12월까지 2번째 플랫폼의 재설계와 3번째 & 4번째 플랫폼의 개발 프로젝트를 수행하였으며, 제품 설계와 부품 개발, 사용자 기업의 파생모델 개발 업무를 담당하였다. 인터뷰는 개발에 참여한 총 8명의 엔지니어(연구자 제외) 중, 주요한 인터뷰어로 간주되는 핵심 엔지니어 3명을 대상으로 하였다.

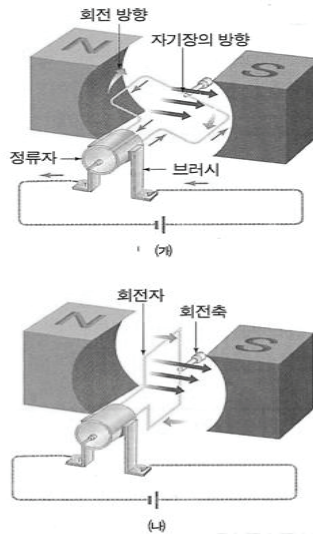
본 연구의 간략한 사례 진행 절차는 다음과 같다. 먼저, 기존 이론의 고찰과 함께, 예비 사례조사를 위해 3명의 인터뷰 대상자에 대해 전자 메일을 통한 서면 문의가 이루어졌다. 다음, 인터뷰 대상자 3명에 대한 각 1시간씩의 인터뷰가 이루어졌으며, 기록자료로서 제품 소개 자료와 홈페이지 공개 자료, 연도별 공시 자료에 대한 분석이 이루어졌다. 이를 통해, 1차 사례분석을 통한 분석틀이 구축되었고, 이 과정에서 대상자에 대한 추가 전화 인터뷰가 이루어졌다. 마지막으로, 구축된 연구모형과 자료를 바탕으로 심층 사례연구가 이루어졌다, 이 과정에서 또 다른 연구자와의 토론을 통해 발견 현상에 대한 개념적 타당성 문제에 대한 검토가 지속적으로 이루어졌으며 각 단계의 내용들은 인터뷰 결과 아키텍처 혁신의 개념과 연관된 내용들의 추출들을 통해 증거의 연결고리(chain of evidence)를 계속형성하였다(Yin,2003). 인터뷰는 본 연구의 목적에 부합하는 급진적 혁신 단계부터 점진적 혁신 II 단계에 이르는 전체 과정에 대한 이해가 포화 시점에 이르렀다고 판단되었을 때 종료되었다(Eisenhardt, 1989). 한편 진동모터 개발 프로젝트들의 결과, 자화전자(주)는 2000년 기준 145억원의 진동모터 매출(총 매출 907억원)을 시작으로, 아키텍처 혁신에 실패했던 2001년과 2002년, 각각 52억원(총 매출 810억원)과 83억원(총 매출 864억원)의 진동모터 매출을 기록한 후 2003년과 2004년에는 아키텍처 혁신을 통해

각각 259억원(총 매출 953억원)과 483억원(1199억원)의 진동모터 매출을 기록하였다.

## V. 사례 연구

### 1. 진동모터 기술의 개요

모터는 전기적인 에너지를 역학적 에너지로 변환하는 장치이다. 일반적인 직류 모터(DC motor)의 구동 원리와 주요한 구성 부품을 간단히 설명하면 그림 1과 같다.



자료원: Encyber & Encyber.com

<그림 1> 직류 모터의 구조와 동작원리

직류 모터 내부에 자석을 놓아 자기장(magnetic field)을 만들고, 회전자(rotor)에 구성된 도선에 전류를 흘리면 전자력이 발생하여 플레밍의 왼손법칙에 의해 회전하여 동력을 창출한다. 전원은 브러시(brush)와 정류자(commutator)의 접촉을 통해 전기자 코일(armature coil)에 공급되는데, 내부의 전기자 코일이 일정 각도 회전하면 최소 2부분 이상으로 분할되어 구성된 정류자가 함께 회전하고, 회전된 정류자는 브러시와의 접촉 부분이 바뀌면서 전류의 흐름을 주기적으로 변화시켜 지속적인 회전력을 발생시킨다.



모터의 응용 범위는 매우 넓어 자동차의 윈도우와 와이퍼, 세탁기, 카메라의 줌렌즈 등과 같은 많은 제품들의 구동방법으로 사용되고 있다. 최근 전자기기의 소형화에 따라 초소형 모터의 기술도 지속적으로 개발되고 있으며, 휴대폰에서 진동을 발생시키는 장치도 초소형의 진동모터가 적용되고 있다. 휴대폰에 적용되는 초소형 진동모터에는 두 가지가 있다., 실린더 타입의 진동모터는 그림 1의 일반적인 직류 모터의 구조와 동일한 형태이며 무선 호출기의 제품에서부터 적용되어 왔다. 편평형인 동전모양의 코인(coin)타입 진동모터는 실린더 타입의 진동모터 이후에 개발되어 휴대폰에 적용되기 시작한 제품이다.

## 2. 급진적 혁신 단계

### 2.1 1세대 플랫폼의 개발( $\Phi 14 \times t 3.4$ )

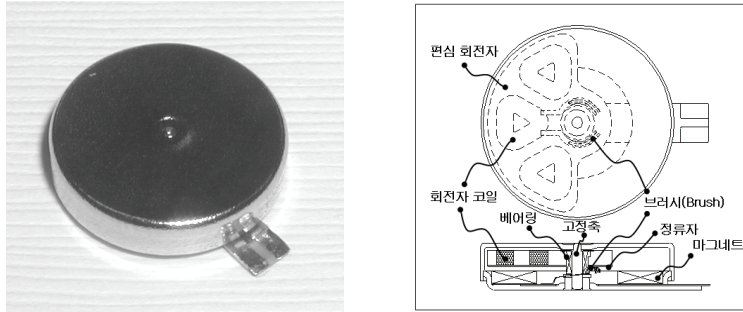
#### 2.2.1 진동모터의 구상과 개발

자화전자(주)에서 코인타입 진동모터의 개발에 처음 착수하던 1997년의 시기에는 전세계 휴대폰에 묵음 착신을 위한 진동모터 채용이 확대되고 있는 시기였다. 그리고 당시 자화전자(주) 매출의 대부분은 CRT(브라운관) TV에 적용되는 부품인 PCM과 PTC 서미스터(Thermistor)로써, 평판 디스플레이(flat panel display) 기술의 등장에 따라 부정적인 미래 시장 전망을 보이고 있었다.

1995년경 일본의 기업에서 최초로 개발되어 출시된 코인타입 진동모터는 실린더 타입 진동모터보다 얇은 두께로 큰 진동력을 발생하여 중량이 무거운 휴대폰에 선호되었다. 또한 납작한 동전 형태로 양면테이프를 이용해 휴대폰 기기 내에 손쉽게 부착이 가능했던 형태로써, 휴대폰의 두께 부분이 절반으로 나누어져 있는 폴더형 휴대폰에 적용이 용이하여 일본의 유일한 제조사로부터 고가에 첫 수입하고 있는 시기였다.

1997년경 자화전자(주)에 생산 설비를 설계, 제작하여 공급하던 소규모 장비 공급업체의 대표 A는 일본에서 새롭게 개발되어 채택된 코인타입 진동모터에 대한 관심을 가지고 벤치마킹을 통한 기초적인 수준의 탐구(exploration)를 진행하고 있었다. A는 자화전자(주)의 대표이사에게 휴대폰용의 초소형 코인타입 진동모터의 개발을 권유하였고, 모터의 중요 부품 중의 하나인 마그네트 기술을 기반으로 창업된 자화전자(주)는 일부 모터 구동용 마그네트를 사용자 기업에 납품하며 자연스럽게 모터 제품에 일상적인 관심을 가지고 있었다. A에 의해 공급되었던 장비를 통해 그의 설계, 개발 능력을 신뢰하고 있었

던 자화전자(주)의 대표이사는 CRT(브라운관) 디스플레이 산업에 매출이 집중되어 있는 상황에서 급속히 성장하고 있는 휴대폰 관련 부품의 개발을 긍정적으로 판단하고 A를 팀장으로 영입, 공급자를 사내로 통합하여 독립적인 새로운 개발a팀을 구성함으로써, 자화전자(주)는 휴대폰용의 초소형 코인타입 진동모터의 개발에 착수하게 된다.



자료원: 사진은 자화전자(주) 제품 소개 자료 인용. 구조도는 연구자가 작성

<그림 2> 자화전자(주)의  $\Phi 14 \times t3.4$  진동모터

1세대 개발 모델은  $\Phi 14 \times t3.4$  진동모터로써 1997년 8월부터 시작되었으며, 당시 최초의 개발a팀은 4명으로 구성되었다. 당시의 자화전자(주)는 기존 사업에서 축적한 연구개발 재정과 모터의 중요 부품 중 하나인 마그네트에 대한 지식을 보유하고 있었으며, 가전 산업의 부품 제조자로서 시장 명성을 가지고 있었다. 그러나 진동모터의 개발은 자화전자(주)의 이전 경로의 변경이 필요한 제품 영역으로, 기존의 소재 기술을 중심으로 한 제품과는 다른 아키텍처 지식과 부품 지식이 필요한 제품이었다. 실제 자화전자(주)에 개발a팀이 구성된 이후에도 사내의 팀장 회의에서 자화전자(주)가 개발 및 시장 진입이 가능한 제품인지에 대한 부정적인 의견의 제시가 많았다. 그렇지만, 최초의 개발팀은 대표이사에 의해 어느 부서에도 소속되지 않는 자율적 팀으로 구성됨으로써 기업의 이전 경로와 사업 가치평가 기준에 영향을 받지 않고 개발이 진행될 수 있었다. 초창기 업무 진행은 대표 이사로부터 적극적인 지원을 받고 있던 팀장A의 주관과 계획으로 진행되었다. 팀장A는 일본 제품의 벤치마킹을 통해 기초적인 아키텍처 지식과 부품 지식에 대하여 가장 먼저 파악하고 있었으며, 따라서 개발 초창기 국내에 기반이 취약했던 코인타입 진동모터의 부품 기술과 공정 기술의 개발을 위한 내 외부 활동과 결정은 대부분 팀장A에 의해 이루어졌다. 팀원들은 이러한 팀장A의 지시에 따라 대부분의 세부적인 업무를 진행하였으며, 경쟁사 제품의 벤치마킹과 시제품 제작을 통한 반복적 실험이 가장 큰 학습

의 방법이였다.

단기간의 벤치마킹과 실험을 통한 학습은 근본적인 기술 학습에 어느 정도 한계점을 가지고 있었으나, 최초의 개발a팀은 1997년 8월부터 1998년 8월까지 약 1년 동안에 국내에서는 처음으로 일본 경쟁사의 제품과 매우 유사한  $\Phi 14 \times t3.4$  진동모터의 Rev1 모델을 개발하여 제품을 출시하였다(그림 2). 또한, 국내에 기반이 없었던 코인타입 초소형 진동모터의 초기 생산 장비와 부품의 공급자를 개발하였다. 1세대 모델의 개발과 생산의 과정을 거치면서 최초의 개발a팀은 부품의 관리와 출하 제품의 관리 업무에서도 생산과 품질관련 부서보다 더욱 주도적인 부서로서 역할을 하게 되었다.

1998년 당시는 국내 휴대폰에 코인타입 진동모터가 적용되는 초기 시기로 사용자 기업들의 진동모터에 대한 요구 성능 기준이 낮았으며 신뢰성 평가 기준도 불명확하였을 뿐 아니라, 또한 고가의 가격이 형성되었다. 기술 초기의 공정과 부품들의 낮은 생산 수율과 불균일한 제품 성능 등, 신뢰성 문제들은 새로운 기능성에 대한 관심으로 인해 흡수될 수 있었다. 자화전자(주)는 코인타입 진동모터를 당시 국내에서 상대적으로 규모가 작은 2~3위의 사용자 기업과 혁신적 성향의 해외사용자기업에 진출하여 소량의 납품을 시작하였고 2001년까지 해외 휴대폰 제조 기업에게 수출되었다. 이상, 급진적 혁신 단계는 논리적 이해보다는 일본 기업에 대한 벤치마킹과 반복된 실험을 통해 코인타입 진동모터의 제품 아키텍처와 개별 부품의 기능에 대한 탐구 학습이 진행되던 시기였다. 그러나 탐구 학습에 대한 노력의 강도와는 별개로 벤치마킹과 반복된 실험에 근거한 우발적 학습방식은 논리적 이해의 미비로 인해, 진동모터의 개별 부품의 역할에 대한 이해의 깊이와 구성 부품간의 상호관련성에 대한 아키텍처 지식의 개선에는 크게 기여하지 못하였다. 그럼에도 새로운 기능성을 지닌 휴대폰용 진동모터는 불균일한 제품성능에도 불구하고 고가의 프리미엄을 받을 수 있었던 중요한 이유가 되었다.

### 3. 아키텍처 혁신 단계

#### 3.1 2세대 플랫폼( $\Phi 12 \times t3.4$ )의 개발 실패

##### 3.1.1 문제해결 패턴의 경직성

1998년 8월 이후, 1세대 모델의 제품 양산 및 2세대 모델 개발이 함께 이루어지며 최초 개발a팀은 이 두 부분의 업무를 병렬적으로 진행하며 개발 업무에 대한 집중도가 저하되게 된다. 그리하여 이 시기를 전후하여 인력 보강이 진행되었고, 대표이사는 가전용

모터관련 연구개발 및 대량 생산의 경험이 있는 국내 대기업 출신의 임원급 사업부장을 영입하여 사업부의 형태를 갖추어 나가게 된다. 또한 사업부장과 함께 동일한 기업 출신으로서 개발팀의 관리자B와 개발팀 엔지니어들, 생산기술팀의 관리자와 직원들이 지속적으로 충원되었다. 이들은 최초의 개발a팀과 함께 사업부를 구성하였고, 개발a팀은 새롭게 합류한 개발 인원과 함께 제품 개발과 생산 지원 업무를 진행하게 된다.

최초의 개발a팀에 의해 수행된 2세대 모델의 개발 기간은 1999년 1월부터 9월까지이며, 개발 모델은  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터였다. 최초의 개발a팀은 소형화된  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터의 설계 시, 경쟁사 제품의 벤치마킹에 의존하여 개발에 성공하였던  $\Phi 14 \times t3.4$  진동모터의 아키텍처 지식과 부품 지식의 많은 부분을 동일하게 사용하였다. 핵심 부품 중 하나인 브러시를  $\Phi 14 \times t3.4$  진동모터와 공용 사용하여 브러시의 기구적인 부하가 회전자의 구동에 큰 영향을 주었다. 또한, 브러시의 주변에 장착되는 마그네트가 크게 축소되면서 이전 모델보다 상대적으로 50% 정도 더 많은 전류를 사용함에 따라 정류자와 브러시의 스위칭 시 불꽃 방전(spark discharge)이 증가하여 수명 신뢰성 문제를 극복할 수 없었다. 개발a팀의 2세대 모델인  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터는 취약한 구동 특성과 수명 저하 현상을 나타내며, 벤치마킹과 실험에 의존했던 1세대 모델을 통해 구축된 지식의 한계점이 드러나게 되었다. 최초의 개발a팀은 1세대 모델인  $\Phi 14 \times t3.4$ 에서의 성공적인 이전 경험으로 인해 그들이 구축한 기술적 기반에서만 점진적 변화를 추구하였다. 따라서 기술적으로 다른 의견을 가지거나, 제품 구조적인 차원에서 그들과 다른 접근 방식에 대해서는 매우 소극적이고 상이한 견해를 나타내면서 새로 투입된 인력 및 팀과의 효과적인 협력이 이루어지지 못했다. 그들은 2세대 모델의 제품 특성에 중요한 영향을 나타낸 브러시의 변경에 대한 의견에도 다른 부품을 통한 점진적 해결 방안을 모색하고자 하였고, 공정 기술과 관련된 문제에서도 불량 발생이 지속되었던 고온경화 접착공정을 변경하자는 제안에 개발a팀은 자신들이 축적한 경험적 지식의 측면에서 변경에 동의하지 않았다. 사용자 기업들은 휴대폰 출하량의 증가와 함께 진동모터 기술에 대한 습득 수준이 향상되면서 소형화된 2세대 모델인  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터에 대해서도 점차 우수한 구동 특성을 요구하였고 구체화된 수명 신뢰성 평가 기준을 제시하였다. 이러한 기능성과 신뢰성의 경쟁 기반에 대응하기 위해 기존에 구축하지 못한 새로운 지식과 이러한 지식을 바탕으로 한 공정 기술의 개선이 필요하였으나, 최초의 개발a팀을 중심으로 개발된 2세대 모델은 시장의 경쟁기반을 충족하지 못하였다.

$\Phi 12 \times t3.4$  진동모터는 일부 국내 사용자 기업에게 승인을 취득하지만 지속적인 출하의 증가는 이어지지 못하였고, 국내 최대의 사용자 기업에 대한 제품 승인을 진행하지

못하였다. 또한 1세대 모델인  $\Phi 14 \times t3.4$  진동모터의 출하도 2000년을 기점으로 급격하게 감소되었다. 2000년부터 최초의 개발a팀은 점진적으로 분리되어 새로운 제품의 개발을 진행하게 되었고, 1999년도의 시기에 새롭게 충원되었던 개발팀 관리자B와 엔지니어 5명을 중심으로 두 번째 개발b팀이 진동모터의 개발을 진행하게 된다. 즉, 아키텍처 혁신 단계에서 개발a팀은 초기 제품으로는 성공적이었던 1세대 진동모터의 아키텍처의 점진적 변화에 초점을 맞추어 2세대 진동모터의 개발을 시도하였다. 이로 인해 1세대 진동모터 아키텍처의 성공에 기반한 경직된 사고는 공정혁신 여부에도 부정적 영향을 미치면서 더 나은 구동특성과 신뢰성을 요구하는 시장의 경쟁기반을 충족시키지 못하는 결과를 가져오게 되었고 이는 결국 개발팀의 교체로 귀결되어졌다.

## 3.2 2세대 플랫폼( $\Phi 12 \times t3.4$ )의 재설계

### 3.2.1 멘탈모델의 변경

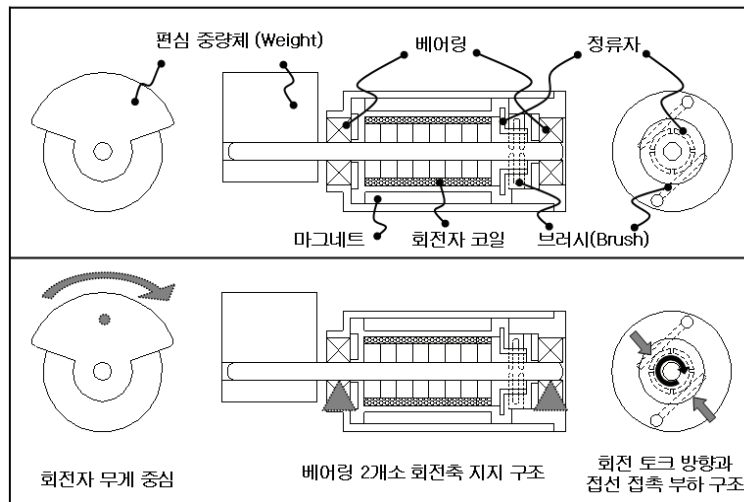
두 번째 개발b팀은 자화전자(주)의 진동모터 사업이 급격히 위축된 2000년 1월부터 2001년 4월까지 2세대 모델인  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터의 재설계와 이후 3세대 모델인 초박형의  $\Phi 12 \times t2.6$  진동모터의 개발을 차례로 진행하게 된다. 이들은 2세대 모델의 재설계 과정을 통해 새로운 아키텍처 지식과 진보된 부품 지식을 학습하고, 3세대 모델의 개발을 통해 이러한 지식들이 구체화되는 과정을 거치게 된다.

1999년부터 새롭게 충원되었던 팀장B와 개발b팀의 엔지니어들은 기존의 아키텍처 지식에서 자유로웠으며, 이전 개발a팀과는 다른 기술적 신념을 가지고 있었다. 팀장B는 불분명한 이력을 가지거나 불충분한 구성을 가진 기존의 설계 도면과 BOM(Bill Of Material)을 재정비하여 관련 부서에 배포 하였다. 또한 부품 승인 진행 중 형식적인 합의에 머무르던 품질부서의 관여를 강화하였고, 입고와 출하 검사 관리에 있어서도 개발팀은 의견 제시의 역할만을 하여 품질 부서의 권한과 역할을 강화 시켰다. 제품 개발 과정에 있어서도 개발 단계별 품평회를 통해 개발 업무를 관리하였으며, 개발 진행 내용과 향후 진행 계획을 생산기술팀 및 생산팀과 공유함으로써, 품질관리가 강화되도록 하였다. 팀장b에 의해 각 개발 엔지니어는 각자의 담당 업무와 연관되는 내 외부적인 부품 개발, 기술 협의 등의 활동을 담당자로서 주도적으로 진행하도록 격려되었으며, 개발 단계별 품평회를 위한 시제품의 제작, 검사, 평가 및 결과 정리, 특히 분석의 업무는 공동으로 진행되도록 관리되어 효과적인 학습과 협력이 이루어지도록 하였다. 이와 같이 아키텍처 혁신 단계에서의 개발b팀의 활동은 팀장B를 중심으로 이루어졌다. 팀장B는 개발

b팀 구성원들의 업무에 대한 책임과 접근 권한을 가지고 있었고, 다른 기능 팀의 매니저에 대한 영향력과 의사 조정의 역할을 가진 리더로서 활동하였으며 팀원들은 팀장B와 함께 프로젝트에 전념되었다. 팀장B는 제품의 품질과 신뢰성의 강화를 위해 개발팀과 관련 기능 팀들의 프로세스를 개선하였으며, 제품 개발에 직접적으로 참여하며 팀을 이끌었다. 개발b팀은 이와 같은 개발 과정을 거치며 기존의 개발 제품에서 파악되었던 문제점을 바탕으로 새로운 아키텍처 지식을 탐구(exploration)하였고, 기존의 부품 지식을 활용(exploitation)하여 더욱 진보시킬 수 있었다.

### 3.2.2 새로운 아키텍처 지식의 구축

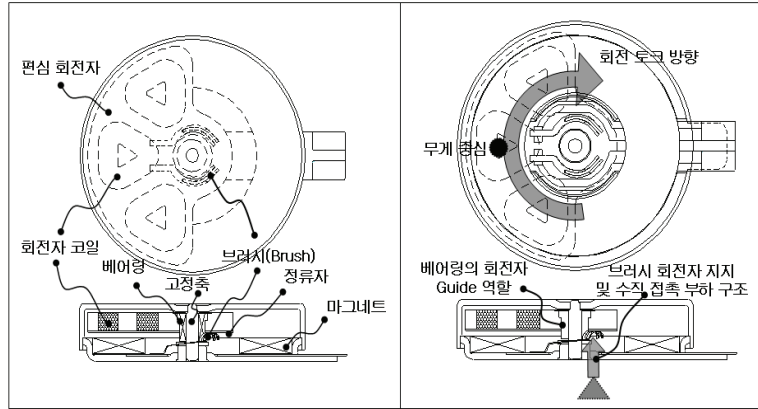
그림 3과 같이 일반적인 실린더 타입의 진동모터는 원통형의 케이스 양끝 단의 2개소에 베어링이 삽입되어 있으며 회전축(rotation shaft)은 2개의 베어링을 관통함으로써 회전자는 베어링의 구조적 지지를 받게 된다. 이 회전축의 한 축은 돌출되어 텅스텐 중량체(weight)가 조립되어 있고 중심부에는 회전자 구동 코일(armature coil)이 장착되어 있다. 회전축의 반대 축에는 정류자(commutator)가 회전축의 원주면에 배치되어 있으며, 여기에 전원을 공급하는 1쌍의 브러시(brush)가 정류자의 원주면에 접선으로 탄성 접촉되어 회전자의 구동에 최소한의 기구적인 부하를 가지면서 전원을 공급하고 있다.



자료원: 연구자가 작성

<그림 3> 실린더 타입 진동모터의 구조





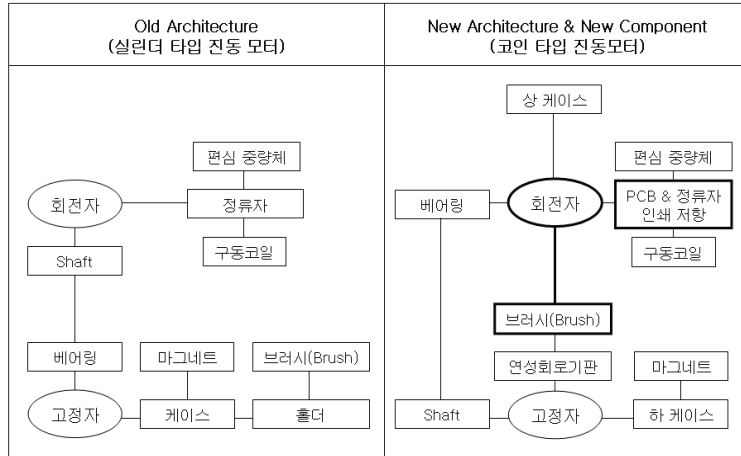
자료원: 연구자가 작성

<그림 4> 코인타입 진동모터의 구조

그림 4와 같이 코인타입의 진동모터는 편평형의 상하케이스로 조립되며 하측 케이스 중심부에 고정축(fixed shaft)이 강제 압입되어 고정되어 있다. 하측 케이스의 바닥 면에 연성인쇄회로기판(FPCB)이 접착되며, 연성인쇄회로기판의 상부에는 탄성을 가지는 1쌍의 브러시가 납땜되어 회전자를 수직 방향에서 구조적으로 지지함으로써 회전자의 구동에 직접적인 영향을 미치면서 동시에 회전자에 전원을 공급하고 있다.

회전자는 중심부에 베어링을 1개 구비하여 원형 또는 반원형으로 사출성형되어 있으며 하측 케이스에 압입된 고정축에 의해 회전 가이드 된다. 회전자는 베어링 외에 2~3개의 구동 코일과 진동을 발생시키기 위한 텅스텐 중량체가 인쇄회로기판(PCB) 위에 일정 각도로 배치되어 있고, 이 인쇄회로기판의 반대면에 정류자가 구비되어 있다. 마지막으로 상측의 케이스로 상부에서 압력을 가하여 조립되어 회전자는 모터 내부에서 회전하게 된다.

이와 같이 실린더 타입과 코인타입 진동모터의 구성 요소에 대한 전자기적인 역할은 유사하지만, 제품의 기구적 아키텍처와 관련하여 브러시의 역할과 회전자의 지지 구조는 상이하다. 코인타입 모터의 브러시는 회전자를 회전 방향의 수직으로 지지하면서 전원을 공급하기 위한 충분한 변위(displacement)와 강성을 확보해야 하는 것과 함께 회전을 방해하지 않도록 최소한의 부하를 가지도록 상반된 개념의 조건을 만족할 수 있는 아키텍처 지식이 요구되었다.



자료원: Meyer & Lehnerd(1997)를 참고하여 연구자 작성함.

<그림 5> 아키텍처 비교

2세대 모델 개발을 시도하였던 최초의 개발a팀은 코인타입 진동모터의 기초적인 아키텍처 지식과 부품 지식만을 축적하여, 근본적인 아키텍처 지식을 완전히 학습하지 못하였다. 그들은 모터 부품의 일반적인 기능적 역할에 대한 이해를 기반으로 코인타입 진동모터의 기초적인 조립구조만을 벤치마킹을 통해 파악함으로써, 그림 5와 같은 새로운 아키텍처를 결과적으로 이해하지 못한 것이었다.

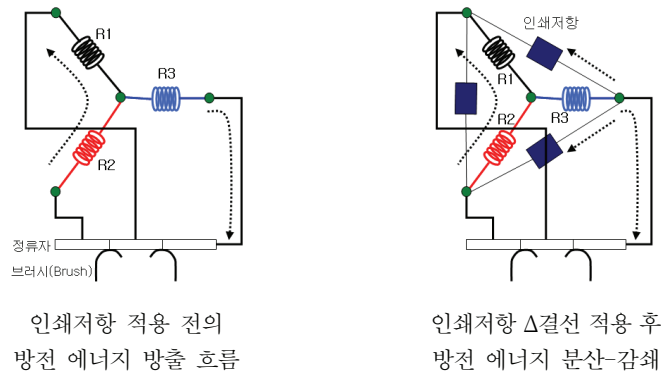
### 3.2.3 부품 지식의 진보

Φ12 x t3.4의 진동모터는 마그네트의 면적이 축소되면서 더 높은 전류가 소모되었고, 그에 따라 정류자와 브러시의 스위칭 시 발생하는 표면 불꽃 방전이 증가되어 정류자와 브러시가 불꽃에 연소되는 현상이 악화됨으로써 수명신뢰성 문제를 극복할 수 없었다.

개발b팀의 전기-전자 엔지니어들은 해외 경쟁사 제품의 벤치마킹을 통해 처음 이러한 문제에 대한 기술의 변화를 확인하였으며, 3코일 3상 4극의 전자기 회로설계에서 그림 6과 같이 Y결선 회로의 각 단에 Δ결선으로 저항을 첨부함으로써 정류자와 브러시의 스위칭 시 표면 불꽃 방전 에너지를 분산하여 감소시킬 수 있다는 것을 이론적으로 확인하였다. 해외 경쟁사는 내부 공간의 여유가 없는 초소형 진동모터의 공간을 고려하여 인쇄회로기판의 회로 내부에 인쇄저항(printing resistance)으로 Δ결선을 구현하고 있었다. 개발b팀은 이러한 부품을 생산할 수 있는 국내의 새로운 공급사인 H사와 접촉하게 되었고, H사를 활용하여 각 진동모터의 모델 별로 가장 적합한 인쇄 저항의 사양을 시제품



제작과 평가를 통해 결정하여 부품 개발을 완료하게 된다.



자료원: 자화전자(주) 내부 자료

<그림 6> 인쇄저항의 효과

개발b팀은 2세대 모델인  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터의 재설계를 진행하며, 새로운 아키텍처 지식과 진보된 부품 지식을 바탕으로 휴대폰에서 요구하는 제품의 구동 특성과 수명 신뢰성을 확보할 수 있었다. 재설계되어 수정된  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터의 Rev.2 모델은 기존 자화전자(주)의 사용자 기업이었던 국내 2-3위의 휴대폰 제조 기업을 통해 2000년에 일부 시장에 제공되지만 한번 놓친 시장의 경쟁기반에서 다시 위치를 회복하는 데는 많은 시간과 노력이 요구되었다. 이후 이 모델은 2001년 후반에 자화전자(주)의 진동모터 제품 중 처음으로 국내 최대의 사용자 기업의 승인 평가를 통과하게 된다.

### 3.3 3세대 플랫폼의 개발( $\Phi 12 \times t2.6$ )

#### 3.3.1 아키텍처 지식의 구체화

개발b팀은  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터의 재설계 직후 휴대폰의 슬림화와 경쟁사의 초박형 제품 출시에 따라 3세대 모델로서 초박형의  $\Phi 12 \times t2.6$  진동모터의 개발에 2000년 6월부터 착수 하였다. 이 제품은 두께 2.6mm이내에 모든 구성 부품을 설계하면서 제품 특성과 제품 신뢰성은 이전 모델과 동일 수준을 달성해야 함으로써 초박형 설계에 따른 문제 점들에 직면하였다. 이 시기에는 개발b팀의 일부 인원 이탈로 전기공학 엔지니어 3명과 기구설계 엔지니어 1명, 팀장B 1명으로 인원이 축소된 상황에서 제품 개발과 함께 해외 생산지 기술 지원의 업무를 함께 진행하였다.

개발b팀의  $\Phi 12 \times t3.4$ 의 Rev. 2 진동모터는 재설계를 통한 제품 수정의 형태로 진행되었으나, 3세대 모델인  $\Phi 12 \times t2.6$ 의 진동모터는 처음부터 새롭게 구축된 아키텍처 지식과 진보된 부품 지식을 바탕으로 설계가 진행되었다. 브러시는 회전자를 지지하기 위한 충분한 변위와 강성을 가지면서도 부하는 최소화되도록 형상을 변경하여 설계되었으며, 회로 설계는 동일하게 Y결선 3코일 3상 4극의 전자기 회로설계에  $\Delta$ 결선으로 인쇄지향을 적용하였다. 브러시의 설계를 최소한 공간에서 구현함으로써, 브러시의 주변에 장착되는 마그네트의 표면적이  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터보다 10% 이상 증가하도록 설계되어 전자기적인 회전력을 보완할 수 있었으며, 또한 마그네트와 대면하고 있는 구동 코일의 형상과 크기가 최적화되고, 진동력 저감을 최소화하기 위해 편심 중량체의 면적은 극대화하여 더욱 구체화된 설계 기준을 수립하였다.

공정기술 부분에서도 1세대 모델 이후 적용되어 왔던 방식들에 대해 새로운 아키텍처 지식을 반영한 공정 개선을 진행하였다. 브러시를 납땜하는 공정을 개별 인두 납땜되던 방식에서 열풍(hot air) 방식으로 비접촉 납땜을 적용하였으며, 브러시 납땜 후 부품을 분리하던 공정은 이전 펀칭 프레스 방식으로 충격을 가하던 방식에서 충격이 가해지지 않는 커팅 방식을 적용하였다. 이 두 공정 기술의 변경으로 브러시의 구조적인 변형과 성능 저하가 최소화됨으로써 제품 성능이 강화될 수 있었다. 그리고 고온경화 방식으로 운영되던 접착 공정을 혐기성 접착제와 UV경화성 접착제를 사용하여, 보다 특성이 안정적이며 효율이 향상된 연속 작업공정으로 변경하였다.

3세대 모델인  $\Phi 12 \times t2.6$ 는 2세대 모델인  $\Phi 12 \times t3.4$  진동모터보다 더욱 우수한 전기적 특성과 진동력, 수명 신뢰성을 확보하며 2001년 4월 개발 완료되었으며, 개발b팀은 초박형의  $\Phi 12 \times t2.6$  개발을 통해 그들의 새로운 아키텍처 지식과 진보된 부품 지식을 구체화시킬 수 있었다.

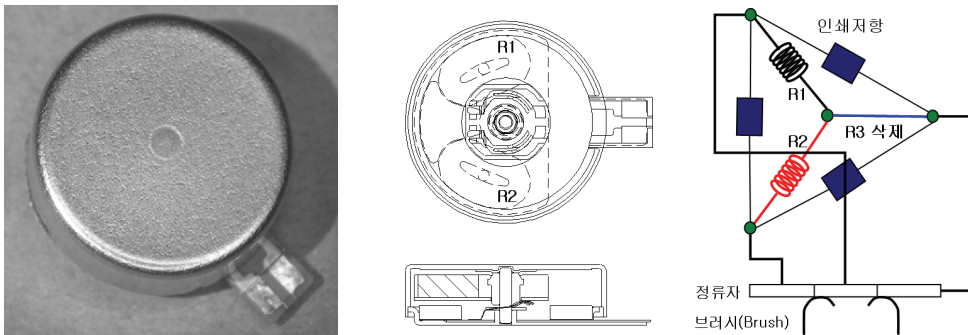
$\Phi 12 \times t2.6$  모델은 자화전자(주)의 기존 국내 거래선 이외에도 국내의 혁신적 성향의 벤처사용자 기업들에 대한 진입을 통해 제품의 기능성과 신뢰성이 검증되었으며, 이후 본격적인 주류 시장으로의 진입이 시도되었다.  $\Phi 12 \times t2.6$  모델은 2002년에 국내 최대의 사용자 기업에 자화전자(주)의 진동모터로는 두 번째로 부품 승인을 획득하게 된다. 이상, 1세대의 진동모터 아키텍처에서 자유로운 개발b팀은 개발a팀과 교체되어 2세대와 3세대의 진동모터를 개발하면서 코인타입 진동모터 아키텍처를 충분히 이해하는 단계에 도달하게 되었다. 또한, 1세대 아키텍처에 대한 경직된 사고의 탈피는 공정혁신에까지 영향을 미쳐, 브러시의 구조적 변형과 성능저하를 최소화하는데 기여하였다.

## 4. 점진적 혁신 I 단계

### 4.1 4세대 플랫폼의 개발( $\Phi 10 \times t3.4$ )

#### 4.1.1 부품 지식과 아키텍처 지식의 안정화

3세대 진동모터( $\Phi 12 \times t2.6$ )의 개발 이후, 이들은 2001년 10월부터 2002년 10월까지 더욱 소형화된 4세대 모델( $\Phi 10 \times t3.4$ )의 개발에 착수한다. 당시 개발팀은  $\Phi 12 \times t3.4$  Rev. 2와  $\Phi 12 \times t2.6$ 의 진동모터 개발과 함께 다양한 사용자 기업에 대한 승인을 시도하면서 개발 팀 내 고객 담당 엔지니어의 해당 업무에 대한 배분이 증가하였다. 팀장B는 개발팀 내 전체 업무 관리와 사용자 기업 대응, 사업화 및 해외 생산 기지 지원 등의 전반적인 업무에 주력하게 되었고, 4세대 모델인  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터의 개발은 담당 엔지니어를 중심으로 진행되었다. 중요한 자원 조정의 권한은 여전히 팀장B에게 있었으며 담당 엔지니어는 조직에서의 영향력은 적지만 전문 기술을 보유한 중간급 직원으로서 각 담당 엔지니어들과 업무 조정을 통해 협조를 받았다. 이와 같은 팀의 구조로 4세대 모델인  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터의 개발이 진행되었다.



자료원: 사진은 자화전자(주) 제품 소개 자료 인용, 그림은 연구자가 작성

<그림 7> 자화전자(주)의  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터

시장에서는 휴대폰의 소형화와 기능 진보에 따라 지속적으로 소형화된 진동모터에 대한 기능성 요구가 나타나고 있었으며, 제품 소형화에도 불구하고 다수의 진동모터 제조자들에게 제품의 특성과 신뢰성은 이전 모델과 비교하여 동등 이상의 수준이 요구되고 있었다. 4세대 모델인  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터는 그림 7과 같이 전자기 설계 부분에서 기존의 3코일 3상 4극의 설계에서 제품의 소형화를 위해 구동 코일 1개를 제거한 2코일 2상

(3상의 변형된 형태) 4극의 전자기설계가 구상되어, 구동 토크 분석을 통해 성공적으로 소형화 설계를 구현하였다. 기구설계의 부분에서는 제품 소형화로 감소된 토크를 보완할 수 있도록 최대한의 마그네트 점유 공간을 확보하였고, 재질과 형상 변경을 통해 더욱 안정성이 확보된 소형의 브러시를 구현하였다. 또한 진동력의 감소를 최소화하기 위해 회전자의 중량은 최대로 설계될 수 있도록 이전 모델들과 진동력을 비교 계산하여 사양이 결정되었다. 당시 코인타입 진동모터는 1세대 모델인  $\Phi 14 \times t3.4$  진동모터의 개발 당시보다 다양한 부품과 원재료의 공급자가 나타나 가격은 인하되고 지속적으로 품질은 진보되었다. 개발b팀의 엔지니어들은 지속적으로 기존 및 신규 공급자를 활용하여 새로운 부품의 개발을 추진하였고, 부품 및 원재료 공급자에 의해 진보된 기술은 신규 부품 승인과 사양 변경을 통해 적용되어 4세대인  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터의 제품 설계에도 반영되었다.

4세대( $\Phi 10 \times t3.4$ ) 진동모터는 자화전자(주)의 공정 기술에서도 큰 변화를 가져왔다. 코인타입 진동모터가 휴대폰 제조사의 그룹 내 전자부품 계열사에서 개발되어 양산이 진행됨에 따라 국내에 기술력과 경험을 갖춘 전문 장비 공급자인 T사가 등장하였다. 자화전자(주)는 제품의 소형화에 따라 더욱 정밀도와 안정성이 높은 생산 설비를 필요로 하였으며 T사와 접촉하게 되었다. 새로운 장비 공급자의 중요 공정의 설비는 기존의 자화전자(주) 설비보다 더 세부적인 보정이 가능하도록 계측기가 장착되어 구성되어 있었으며, 접착 공정의 장비도 열가압이 가능하여 빠른 시간에 안정적인 접착이 이루어지도록 구성되어 있었다. 그리고 회전자의 사출 금형은 코어 부분이 완전히 분리되어, 여러 개의 코어를 사용하여 사출 공정이 효율적인 연속 작업으로 진행할 수 있도록 구성되어 있었다. 자화전자(주)의 개발팀과 생산기술팀은 T사의 공정 장비를 활용하여 기존 자화전자(주)의 설비와 공정보다 우수한 부분은 적극적으로 채택하게 된다. 4th 모델인  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터 개발과 생산 라인 구축을 통해 자화전자(주)는 정교해진 아키텍처 지식과 부품 지식, 그리고 안정화된 공정 기술을 구축함으로써, 시장의 신뢰성 요구를 만족시킬 수 있었으며 보다 안정적인 제품 성능을 실현하였다.

개발b팀은 2002년 10월 4세대 모델인  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터를 성공적으로 개발 완료하고, 2002년 하반기와 2003년 초 사이에 국내 최대의 사용자 기업과 해외의 사용자 기업에 단기간에 승인을 취득한다. 이들은 2001년에서 2003년 초반의 기간 동안  $\Phi 12 \times t3.4$  모델을 시작으로  $\Phi 12 \times t2.6$ 의 진동모터, 그리고  $\Phi 10 \times t3.4$  진동모터까지 개발된 모든 모델에 대해 국내 최대의 사용자 기업 승인을 획득하였고, 다양해진 진동모터의 플랫폼을 바탕으로 기존 유럽의 거래선 외에도 대만의 휴대폰 제조업체들에게도 접촉하여 새

롭게 개발된 진동모터 모델들의 승인을 추진하였다. 이상, 점진적 혁신 I 단계에서는 변경된 아키텍처의 안정화가 주요한 이슈로 대두되었으며 이를 위해 자회전자의 기존 장비가 아닌 정밀도와 안정성이 높은 T사의 장비가 사용되었다. 안정화 이슈의 중요성은 지속적인 진동모터의 소형화 추세로 인해 가속화되었다.

## 5. 점진적 혁신 II 단계

### 5.1 다양한 파생 모델의 개발

휴대폰용 진동모터는 사용자 기업의 평가 과정에서 개발 대응성 문제와 진동모터의 신뢰성 문제가 발생하여 채택이 지연되거나 경쟁사의 진동모터로 교체될 수도 있는 부품이다.

개발b팀은 2002년 3세대와 4세대 플랫폼을 국내 최대의 사용자 기업과 해외의 사용자 기업에 승인을 획득한 이후, 많은 신규 휴대폰 개발 모델에 참여하게 되었고, 본격적으로 파생 모델 개발을 진행하게 된다. 진동모터의 파생 모델은 고객 사양의 인터페이스 방식에 따라 발생하였다. 다양한 디자인을 가진 휴대폰 내부 공간의 효율적인 사용을 위해 여러 형태의 전원연결 방식이 요구되었고 이에 따라 JHV-C(connector type), JHV-F(FPCB contact type), JHV-B(Spring contact type)등 일부 사양이 변경된 다양한 파생 모델이 개발되었다. 4세대 플랫폼인  $\Phi 10 \times t3.4$  모델 개발을 수행하였던 엔지니어들은 이 단계에서 사용자 기업의 개발 대응과 파생 모델 개발에 전념하게 되었으며, 차기 모델( $\Phi 10 \times t2.7$ 와  $\Phi 10 \times t3.0$ )의 개발에는 2003년 새롭게 충원된 엔지니어 2명이 투입되었다. 개발b팀원들은 파생 모델의 개발을 위해 관련 부품의 새로운 기능과 설계 사양을 공급자들을 통해 학습하였다. 연성회로기판(FPCB) 부품은 기존 공급자를 통해 단선(breaking of circuit)을 방지할 수 있는 신규 재질이 적용되었고, 스프링 커넥터 타입의 부품은 소형 스피커의 커넥터 부품을 생산하던 신규 공급자를 통해 개발이 진행되었다.

이러한 사용자 기업에 대한 개발 대응 및 파생 모델의 개발을 바탕으로 개발b팀은 코인타입 진동모터의 확산과 급격한 매출 증가를 달성하게 된다. 진동모터의 매출 추이는, 2001년에서 2002년의 기간은 2세대 플랫폼인  $\Phi 12 \times t3.4$  Rev.1 모델의 개발 실패로 시장의 경쟁기반을 따라가지 못하고, 1세대 플랫폼의 매출이 급격히 하락하던 시기였다. 2-4세대 플랫폼이 차례로 개발 진행되었던 이 시기의 매출은 2000년 145억에서 2001년 52억, 2002년 85억으로 축소되어 있었고, 이렇게 감소된 매출의 세부 매출 비중은 1세대 플

플랫폼인  $\Phi 14 \times t3.4$  모델이 각각 65%, 45%를 차지하고 있었다. 그러나 2002년 개발 및 생산 단계 이후, 2003년 확산 단계에 이르러 매출은 전년도 85억에서 259억 원으로 3배 이상 급속하게 증가하게 된다. 세부 매출 비중도 1세대 플랫폼의 매출 비중은 3% 수준으로 급격히 감소하고, 새로운 아키텍처 지식을 기반으로 개발된 제품의 매출 비중이 97%를 차지하게 되었으며, 특히 점진적 혁신 I 단계에서 아키텍처 혁신의 안정화 과정을 거친 4세대 플랫폼의  $\Phi 10 \times t3.4$  모델이 가장 급격한 매출 상승을 이루게 된다. 이상, 점진적 혁신 II 단계에서는, 이전 단계인 점진적 혁신 I 단계에서 개발된 4세대 플랫폼의 안정성을 기반으로 다양한 파생제품이 개발되었음을 관찰할 수 있다.

## 5.2 경쟁기반의 이동과 시장요구의 변화

개발b팀이 4세대 플랫폼을 개발하고 국내외의 사용자 기업에 확대 진출했던 시기에 시장에는 이미 제품의 기능성과 신뢰성을 만족시킬 수 있는 다수의 코인타입 진동모터 제작자가 존재하고 있었다. 당시 국내 최대 사용자 기업에는 그룹 계열사를 통해 대부분의 코인타입 진동모터를 공급받고 있었으며, 일부는 일본의 진동모터 제작자로부터 공급받고 있었다. 다만 시장에서도 국내와 일본의 진동모터 제작자들이 활발한 영업을 전개하고 있었다.

2000년 중반부터 2002년까지 시장의 경쟁기반을 따라가지 못해 사업이 급격히 위축되었던 시기를 겪으며 개발을 수행했던 개발b팀은 제품 확산을 위해 매우 적극적으로 사용자 기업의 휴대폰 개발팀에 대응하였다. 국내 최대 사용자 기업의 개발팀은 자화전자(주)가 진입하기 이전까지 실질적으로 1개 제작자를 통해 코인타입 진동모터의 수급을 의존함으로써, 개발 대응성에 있어 점차 불만이 커지고 있었다. 자화전자(주)의 개발b팀은 휴대폰의 개발 일정을 가장 중요시하는 요구를 충족시키기 위해 무리한 샘플 제작 일정도 적극 수용하였으며, 파생제품의 개발 요청 시에도 사용자 기업에 즉시 방문하여 적극적인 협력을 제공하였다. 또한 파생제품의 내부 개발 평가 과정은 사용자 기업의 개발팀과 자화전자(주)의 개발팀과의 평가 이력으로 대신하여, 즉시 생산기술팀으로 양산 이관될 수 있도록 파생제품에 대한 내부 개발 프로세스를 단축시켰다. 이러한 차별화된 편의를 제공하는 노력을 바탕으로 그들은 다수의 새로운 휴대폰 개발 프로젝트에 참여할 수 있었고, 이를 통해 다양한 파생 모델의 개발을 수행하였다. 해외의 사용자 기업에 대한 대응 활동에서도 경쟁 제작자 기업보다 빠른 개발 샘플 제공 일정과 더욱 적극적인 파생제품 개발 협력을 제공하며 여러 사용자 기업에 채택 촉진을 시도하였다. 개발b팀은 사용



자 기업에 개발 속도와 반응성에 대한 편의성을 제공함으로써 신규 휴대폰 개발 프로젝트와 파생제품 개발에 참여할 수 있었고, 그들이 개발한 코인타입 진동모터의 확산을 이루게 되었다.

사용자 기업의 가격 인하 요구는 매년 나타나는 현상이지만, 전 세계 휴대폰 시장에서의 점유율을 지속적으로 확대하며 부품 구매 규모가 커진 국내의 사용자 기업들은 다수의 코인타입 진동모터 제작자 기업들을 확보하면서 더욱 적극적인 제품 가격 인하를 추진하게 된다. 이러한 경쟁 기반의 변화에 대응하기 위해 자화전자(주)도 내외부적인 다양한 활동을 전개하였다. 코인타입 진동모터의 전체 시장 확대에 따라 다수의 신규 부품 공급자와 접촉하게 되었고 해외 사업장을 통해 부품의 현지 공급을 단계적으로 추진하여 부품 가격이 점진적으로 인하되었다. 또한 코인타입 진동모터의 생산에 대한 경험과 자료가 축적됨에 따라 불합리하거나 단축 가능한 공정 구성은 변경되었고, 공정 설비와 비품들도 작업자가 더욱 사용하기 편리하도록 개선되었다. 이러한 공급자 확대와 공정 효율성 개선 활동들을 통한 생산원가 절감으로 자화전자(주)는 시장의 가격기반 경쟁에 대응해 나갈 수 있었다. 이상, 점진적 혁신 II 단계에서, 파생제품 개발에 대한 고객기업의 다양한 요구는 자화전자의 대응속도와 반응성의 제고, 신규공급자와의 접촉과 모터 부품의 현지 공급 추진을 통한 점진적 가격 인하로 인해 충족될 수 있었다.

## VI. 연구 결과의 시사점과 결론

### 1. 시사점

#### 1.1 아키텍처 혁신의 판별 방법에 대한 재고

##### 1.1.1 외형적 차원의 구조 변화와 아키텍처 지식의 논리적 완성도

위의 분석틀이 반영된 사례분석 결과, 다음과 같은 부분이 확인되었다. 먼저 아키텍처 혁신의 측정기준에 관한 부분이다. 지금까지 아키텍처 혁신은 일견 구조의 외형적 변화에 대한 것으로 이해되어왔다. 그러나 사례를 통해 볼 때, 코인타입 진동모터는 브러시, 마그네트, 정류자, 베어링, 회전자, 회전자 코일, 마그네트, 고정자, 연성회로기판과 인쇄회로기판(PCB) 등으로 1세대나, 2세대, 3세대 간에 구성요소 차이가 없다고 할 수 있다

(그림 5 참조). 여기에 추가된 부분은 불꽃 방전 에너지를 분산시키기 위해 인쇄회로기판에 인쇄저항을 구현한 부분인데 이는 신뢰성 기반의 제고를 위해 아키텍처 혁신 단계의 2세대( $\Phi 12 \times t3.4$ )와 3세대( $\Phi 12 \times t2.6$ ) 진동모터부터 시작되었다. 여기서 한 가지 짚고 넘어가야 할 것은 1세대 진동모터의 성능 한계로 인한 아키텍처의 변경 내용이 2세대와 3세대 진동모터 설계 과정에 드러나야 하는데, 사례에서는 이러한 2세대와 3세대의 코인타입 진동모터의 구조가 1세대에 비해 구조적으로 유의미한 변화가 없는 것처럼 보인다. 2세대와 3세대 진동모터는 브러시의 형상 변경(회전자의 충분한 지지 목적), 마그네트의 표면적 증가(브러시 주변에 장착되어 회전력을 보완), 구동코일의 형상과 크기 조정(마그네트와 대면), 편심중량체의 면적 극대화(진동력 저감을 최소화) 등으로 1세대 코인타입 진동모터에 대해, 동일 혹은 유사한 위치에 있는 부품의 형상과 크기, 면적 등을 조정해 준 부분이 어떻게 부품 효율성의 개선이 아닌 아키텍처 혁신이 될 수 있는가에 관한 물음이다. 이에 대한 부분은 아키텍처 지식이 무엇인가에 대한 이해와 관련되어 있다.

사례에서 대조 설명된 실린더타입과 코인타입 진동모터 아키텍처의 가장 큰 변화 내용은 회전자와 브러시의 관계였다(그림 6 참조). 실린더타입의 진동모터는 회전축이 베어링을 관통함으로써 회전자가 베어링의 구조적 지지를 받는 형태이고 전원을 공급하는 브러시는, 전류의 흐름에 변화를 주는 정류자에 연결되어 있어 회전자의 구동에 최소한도로 영향을 미치는 구조였다. 이에 반해 코인타입의 진동모터는 브러시가 회전자를 구조적으로 지지하면서 회전자의 구동에 직접 영향을 미치면서 전원을 공급하는 방식이었다. 즉, 회전자를 직접 지지하는 부품이 베어링인가 브러시인가의 차이가 구조적 차이의 핵심이었던 것이다.

자화전자의 1세대 코인타입 진동모터 개발팀은 일본 기업이 구축한 코인타입 진동모터의 아키텍처에 기반해 이를 벤치마킹했지만, 이 구조에 대한 논리적 이해가 부족한 상태에서 1세대 진동모터를 출시하였다. 즉 진동모터를 구성하는 회전자와 브러시, 베어링 등 각 부품의 기능적 역할은 이해하였으나 각 부품이 상호 간에 어떤 관련성을 가지고 작동하는지에 대한 이해는 부족하였다. 이로 인해 1세대 진동모터에서는 반복된 실험과 시제품 제작을 통해 우연히 진동모터의 성능 구현에 성공하였으나, 2세대 진동모터의 개발에 있어서는 실패할 수밖에 없었던 것이다. 그럼에도 1세대 코인타입 진동모터를 개발한 1세대 개발팀은 진동모터의 성공적 출시로 인해 이 구조에 더 집착할 수밖에 없었고, 이는 결국 프로젝트 책임자의 교체를 초래하게 되었다. 하지만, 1세대의 아키텍처에 이해관계가 없었던 개발팀은 2세대와 3세대 진동모터를 개발하면서 부품 간의 관계에 대



해 논리적 이해의 포화시점에 도달하였다. 이러한 이해의 포화시점에 도달한 개발b팀의 아키텍처 지식은 각 구성요소 부품의 형상과 크기, 면적을 서로 어떻게 조정해야 모터의 소형화와 작동 성능을 최적화하고 장애를 제거할 수 있는지를 파악가능하게 하였다. 즉, 1세대의 코인타입 진동모터는 일본 기업의 아키텍처를 모방한 결과물로서, 새로운 코인 타입의 진동모터 아키텍처의 창조를 위해 많은 노력이 투입되었음에도, 이것이 곧 아키텍처 지식의 완성-부품간의 상호관련성에 대한 논리적 이해의 정도-을 의미하는 것은 아니었다. 이에 반해 2세대와 3세대의 코인타입 진동모터는 구성 부품간의 연결 순서와 같은 아키텍처 영역에는 외견상 큰 변화가 없었으나, 각 구성 부품 간의 상호관련성과 연관된 아키텍처 지식의 완성도가 아키텍처 지식의 탐구 학습을 통해 제고된 상태에서, 동일 위치의 각 요소 부품을 상호조정함으로써, 사실상 아키텍처 혁신이 요구하는 기능성의 대폭 강화-지속적 소형화 추세에서 요구되는 특정 수준의 진동 기능 성취-에 도달할 수 있었다.

### 1.1.2 아키텍처 지식의 완성도와 상호의존적 아키텍처 개념의 관련성

이러한 부분은 상호의존적 아키텍처(interdependent architecture)와 모듈러 아키텍처(modular architecture)에 대한 논의와 연관지어 생각해 볼 수 있다. 상호의존적 아키텍처는 하나의 부품이 다른 부품의 성능에 상관없이 독립적으로 창조될 수 없을 때의 부품 간 관계를 의미하며 이 때 부품 간의 상호관련성 조정을 통해 목표로 하는 수준의 기능성을 구현할 수 있게 된다. 이 때 부품간의 상호관련성이 충분히 이해되지 않으면 목표 성능이 구현되지 못할 가능성이 높다. 반면 모듈러 아키텍처는 부품과 부품 간 인터페이스가 잘 정의되어져서 상호관련성에 대한 이해 없이 자기 부품의 성능 개선에 초점을 맞출 수 있도록 부품간 인터페이스가 잘 규정된 아키텍처를 의미한다. 모듈러 아키텍처는 상호간의 긴밀성이 요구되지 않아 기능성을 최적화할 수는 없으나 대응속도와 반응성, 조립 편의성을 최적화할 수 있다(Christensen, Verlinden & Westerman, 2002; Christensen & Raynor, 2003).

이러한 논의를 아키텍처 혁신에 적용해 보면 다음과 같은 유추가 가능하다. 즉, 만일 제품 아키텍처가 어떤 이유로 변경되었다면 구성부품 간 관계를 재정의해야 하기에, 이 경우는 마치 부품 간 인터페이스가 잘 규정된 것처럼 서로 독립적으로 일할 수 없고, 상호의존적으로 성능을 최적화해야 한다는 것이다. 이를 통해 알 수 있는 것은 상호의존적 최적화는 새로운 아키텍처가 구축되는 급진적 혁신 단계에서 시작되어 아키텍처 지식이 완성되어 부품 간 상호관련성이 잘 이해될 때까지 진행되며, 아키텍처 혁신은 아키텍처 지식이 포화되는 시점에 발생하는 결과적 이벤트라는 것이다. 이러한 관점은 외형적 관

찰로는 아키텍처 혁신에 대한 판별이 어려운 특성을 보유한 다양한 산업들에서, 아키텍처 지식의 완성도 관점에서 좀 더 내면적으로 현상을 관찰할 수 있도록 함으로써, 아키텍처 혁신에 대한 판별을 용이하게 한다는 점에서 의미가 있다고 할 수 있다.

이상의 논의를 종합해 볼 때, 아키텍처 혁신의 판별은, 외형적 구조변화보다는 아키텍처 지식의 완성도와 관련이 있으며 이는 아키텍처 내의 부품 간 인터페이스의 재정의가 요구되는 상황에서 부품 간 상호관련성의 이해 정도에 의존한다는 것을 알 수 있다.

## 1.2 개별 단계의 학습 방법과 경쟁기반에의 대응

### 1.2.1 개별 단계의 학습 방법

다음은 구축된 분석틀에 근거한 단계별 학습방식과 이와 연관된 경쟁기반의 변화에 대한 대응 부분이다.

먼저, 급진적 혁신 단계에서 자화전자는 새로운 영역으로 간주되는 진동모터의 아키텍처와 구성부품의 역할에 대한 탐구 학습을 주로 반복된 실험과 시제품 제작에 의존하였다. 진동모터 아키텍처에 대한 이론적 이해보다는, 반복적 실험에 의존한 이러한 학습 방식은 새로운 기능의 진동모터 출시로 인해 불균일한 제품 성능에도 불구하고, 시장에서 고가의 프리미엄을 받을 수 있게 되었다. 그러나 탐구 학습 자체에 대한 노력과는 별개로, 벤치마킹과 반복된 실험에 근거한 우발적 학습방식은, 이론적 지식의 미비로, 진동모터 구성부품의 역할에 대한 깊이 있는 이해에 어려움을 야기하였다. 또한 구성부품간의 상호관련성이 진동모터의 작동 성능에 미치는 영향을 이해하는 데도 기여하지 못하였다.

아키텍처와 부품 지식에 대한 학습을 반복된 실험과 시제품 제작에 의존하는 방식은 아키텍처 혁신 단계에서 곧 성능 한계를 돌파하는데 제약으로 작용하였다. 새로운 아키텍처 지식을 탐구하기 위해서는 단순한 노력의 강도 이상의 제품 아키텍처에 대한 논리적 학습이 요구되었다. 개발b팀은 2세대와 3세대 플랫폼을 개발하면서 코인타입 진동모터 아키텍처 변화의 핵심인 회전자와 브러시의 관련성을 이해하게 되었다. 개발b팀의 아키텍처 지식에 대한 탐구 학습 방식은 벤치마킹과 함께 이론적 지식의 학습을 병행하는 것이었다. 예를 들어, 그들은 해외 경쟁사 제품의 벤치마킹을 통해 불꽃 방전 문제에 대한 기술 변화를 확인하면서, 불꽃 방전에너지를 저항을 첨부해 분산·감소시킬 수 있는 방안을 이론적으로도 확인하였다. 이런 방식의 탐구 학습을 통해 개발b팀은 진동모터의 아키텍처 지식의 완성도 제고와 함께, 아키텍처 지식에 기반해 부품 지식을 개선할 수

있었다. 또한, 아키텍처 지식의 완성도 제고는 공정혁신에까지 영향을 미쳐, 브러시의 구조적 변형과 성능저하 최소화에 기여하는 결과를 가져오게 되었다. 결과적으로 자화전자의 코인타입 진동모터는 2세대와 3세대를 거치면서 더욱 우수한 진동력과 수명신뢰성을 확보하며 시장의 경쟁기반에 대응할 수 있게 되었다.

한편, 아키텍처 혁신 단계 이후 아키텍처 혁신의 안정화와 관련된 점진적 혁신 I 단계에서는 2세대와 3세대 진동모터를 개발하면서 확립된 아키텍처 지식에 기반해 진동모터의 소형화를 지속하고자 하였다. 즉, 점진적 혁신 I 단계에서는 아키텍처 지식과 부품 지식 영역에 있어 활용 학습이 주를 이루게 되었는데, 이는 이해도가 제고된 아키텍처와 부품 지식을 바탕으로 추가적 개선을 성취하는 과정에서 행해지는 학습 활동을 의미한다. 한편, 아키텍처 혁신의 안정화 단계인 점진적 혁신 I 단계에서는 진동모터의 소형화에 따라 더욱 정밀도와 안정성이 높은 생산설비를 필요로 하였으며, 이는 자화전자 장비의 개선이 아닌 T사의 공정장비를 활용함으로써 가능하게 되었다. 이는 신뢰성의 강화와 연관된 점진적 혁신 I 단계에서 아키텍처와 부품 지식에 대한 활용학습 차원을 넘어 공정영역에 대한 조치가 두드러지게 요구될 수 있음을 시사하고 있다. 이렇게 정밀도와 안정성이 강화된 공정장비로의 변경을 통해 출시된 4세대 모델은 이후의 점진적 혁신 II 단계의 매출에서 가장 높은 매출 상승률을 달성한 모델이 되었다. 나아가, 확립되고 안정화된 아키텍처에 기반해 다양한 파생제품이 개발된 점진적 혁신 II 단계에서 자화전자는 고객 기업에 대해 대응속도와 편의성, 낮아진 가격으로 반응하면서 급격한 매출 증가를 이루게 되었다. 이는 파생제품의 다양한 개발은 안정화된 아키텍처에 의존함을 보여주는 것으로써, 이전 단계의 안정화된 아키텍처의 구축이 다음 단계의 전개에 긴밀하게 연관되어 있음을 보여주고 있다.

### 1.2.2 개별 단계에서의 복수의 경쟁기반 대응과 최우선 경쟁기반의 존재

다음, 본 연구의 분석틀에서 언급된 경쟁기반의 이동과 연관된 시장의 요구사항 변화는 실제로는 하나의 기반이 아닌 복수의 경쟁기반에 대한 대응임을 사례를 통해 관찰할 수 있었다. 예를 들어, 아키텍처 혁신 단계(2세대와 3세대 모델)에서 경쟁기반은 실제로는 기능성뿐 아니라 신뢰성 이슈에 대한 대응도 요구하였다. 팀장B로 교체 이전의 2세대 진동모터는 우수한 구동특성을 요구받기도 하였지만 불꽃 방전으로 인한 수명 신뢰성 문제 또한 주요 이슈에 해당하였다. 그러나, 여기서 주의할 것은, 2세대 모델에 있어 가장 중요했던 것은 휴대폰의 슬림화에 따라 소형화 추세에 있는 모터의 진동성능 구현이었고, 이 과정에서 불꽃 방전으로 인한 수명 신뢰성 이슈가 수반되었음을 이해할 필요가

있다. 즉, 요구되는 소형화 수준에서 진동 기능을 구현할 수 없다면, 신뢰성 이슈의 의미는 퇴색할 수밖에 없다는 것이다.

하지만 아키텍처 혁신 이후의 점진적 혁신 I 단계에서는 공정기술에 큰 변화가 발생하였다. 이전 단계와 달리 점진적 혁신 I 단계에서는 지속적인 소형화에 따라 중요 공정에서 신뢰성이 중요한 이슈로 대두되어 자화전자의 공정 장비가 정밀도와 안정성이 높은 T사의 장비로 변경되었다. T사의 장비는 기존의 자화전자 생산설비보다 세부적인 보정이 가능하도록 계측장비가 부착되고, 빠르게 안정적인 접촉을 할 수 있도록 열가압 접촉이 가능한 등의 장점이 있었던 것이다. 이는 점진적 혁신 I 단계에서 일어난 가장 큰 변화로 이해될 수 있는데, 신뢰성이 최우선 순위로 인식되는 점진적 혁신 I 단계의 경우, 아키텍처 지식의 완성도가 제고된 상태에서의 최우선 경쟁 기반은 여전히 부족한 신뢰성의 구현이었다. 즉, 각 단계에서의 복수의 시장 요구들은 현실적으로 중요하다 하더라도 정의된 개별 단계의 입장에서는 최우선 순위에 부가되는 이슈로 이해될 수 있다.

점진적 혁신 II 단계에서는 해당 사업의 경제적 가치를 본격적으로 인식하기 시작하면서 진동모터의 사용자 또한 지금까지의 기능성과 신뢰성에 대한 요구보다 모터사용자에 맞춤형 대응성과 공급 가격에 대한 요구 사항이 우선순위로 부상하게 되었다. 진동모터 개발 기업인 자화전자 또한 모터 부품의 공급업체에 대해 지금까지의 기능성과 신뢰성에 대한 요구보다 사용자가 요구하는 가격 범위 내의 부품 공급을 요구하게 되었다. 이러한 부분은 진동모터 제작자의 범위를 넘어서는 부분으로 전체적으로 진동모터의 사용자와 제작자, 부품 공급자 전체의 기술적 네트워크가 공급가격의 수준과 이에 적절한 경제적 마진율을 더욱 명확히 하는 방향으로 정렬됨으로써(Christensen & Overdorf, 2000) 가능했다고 볼 수 있다. 여기서 가치 네트워크(value network: Christensen & Rosenbloom, 1995)의 개념은 기술적 네트워크가 시장의 요구사항 변화에 따라 효율적으로 정렬되어야 함을 이해하는데 도움을 줄 수 있다고 생각된다.

### 1.3 혁신 단계의 변화에 따른 개발팀 구조의 변화

아키텍처 혁신의 전후 과정에서 수반되는 조직 차원의 변화는 아래와 같았다. 즉, 급진적 혁신 단계에서는 기존 사업과 다른 사업적 가치를 지니면서 사내 저항에 직면한 진동모터 산업에의 진출을 위한 외부 인력의 영입과 자율적 팀(autonomous team: Wheelwright & Clark, 1992)의 구축이 있었다. 그러나, 기업이 일단 급진적 혁신에 성공하게 되면 노력 끝에 구축된 제품 아키텍처의 변경보다는 기존 아키텍처 내에서의 부품 효율성의 개선에 매

달리기 쉬운 것이 사실이다(Christensen, 1992b). 이 단계에서 아키텍처 혁신의 성공을 위해서는 부품간 상호관련성을 긴밀하게 조정할 수 있는 중량급팀의 구축이 요구된다. 여기서 중량급팀과 경량급팀, 기능팀의 구분은 각 팀이 담당하는 프로젝트의 혁신 정도와 관련이 있다. 즉 중량급팀이 주로 제품 구조를 변경하는 과정에서 부품 간, 또 개발과 공정 간 긴밀한 상호조정을 요구하는 아키텍처 혁신 혹은 플랫폼 갱신(platform renewal: Meyer & Lehnerd, 1997) 프로젝트와 관련이 있는 반면, 경량급팀과 기능팀은 제품 구조가 변경된 시점에서의 파생제품 개발 프로젝트(Wheelright & Clark, 1992) 혹은 플랫폼 개선(platform extension: Meyer & Lehnerd, 1997)와 연관이 있다.

여기서, 제품 구조가 변경되는 아키텍처 혁신의 경우, 부품 간 관계를 재정의하기 위해 기존과 다른 의사소통패턴이 요구되면서 아키텍처의 변경을 위해 핵심구성원들은 동일한 장소에 모여 프로젝트에 전념할 수 있어야 한다. 이것이 중량급팀 구조가 아키텍처 혁신에 적합한 이유이긴 하지만, 중량급팀에게 있어 가장 중요한 부분은 기존의 아키텍처로부터 자유로운 개발팀의 멘탈모델(Senge, 1990; Noda & Collis, p.901)이며 그 핵심에는 중량급팀 책임자가 위치하고 있다. 그러나, 본 연구의 사례는, 급진적 혁신에 성공한 프로젝트 책임자의 멘탈모델의 변경은—비록 그 급진적 혁신이 벤치마킹에 기반한 것이라 하더라도—현실적으로는 매우 어렵기 때문에 기존 팀구성원의 멘탈모델 변경보다는 개발팀 자체의 교체로 귀결될 가능성이 높다는 것을 시사하고 있다. 아키텍처 혁신 단계에서 새로이 투입되어 진동모터의 개발을 진행한 개발b팀의 팀장 B는 기존의 진동모터 아키텍처에서 자유로운 다른 기술적 신념의 멘탈모델을 보유하고 있었기에 기존의 아키텍처에 집착하지 않고 아키텍처 혁신에 도달할 수 있었던 것이다. 개발팀a와 다른 멘탈모델의 보유는 새로이 구축된 중량급팀 성과의 가장 중요한 이유였다.

한편, 아키텍처 혁신의 성공 이후, 아키텍처 안정화를 위한 4세대 진동모터 플랫폼의 개발은 경량급팀 구조로 전환하여 진행되었다. 이 단계에서 개발b팀의 업무 진행은 팀장 B로부터 중간급 직원인 담당 엔지니어에게로 이전되었다. 중요한 자원조정 권한을 지닌 팀장B와 달리 조직에서의 영향력은 적지만 전문성을 지녔던 해당 엔지니어는 다른 엔지니어들과의 업무조정을 통해 4세대 진동모터 개발을 진행하였다. 아키텍처 안정화와 관련된 4세대 진동모터 개발 프로젝트는 중량급팀에 비해서는 상호작용의 긴밀성은 떨어지거나 부품(감소된 토크의 보완을 위한 마그네트 점유 공간의 확보·소형 브러시 구현)과 공정(설계된 모터의 안정성확보를 위해 T사 장비로의 변경) 등 다른 영역 간의 상호작용은 여전히 존재하고 있었다. 이러한 부분은 경량급팀 구조가 왜 기능팀 구조와 달리 여전히 기능간 통합(cross functional integration)을 요구하는지를 설명해주고 있다(Goffin &

Mitchell, p.291) 즉, 경량급팀과 기능팀 구조는 모두 파생제품 개발 혹은 점진적 혁신과 연관이 있지만(Wheelwright & Clark, 1992; Goffin & Mitchell, p.291) 경량급팀의 파생제품 개발은 기능팀 구조에 의한 파생제품 개발과 달리 기능 간 통합 혹은 상호관련성에 대한 조정이 요구되는 프로젝트에 사용될 수 있음을 사례를 통해 확인할 수 있다. 여기서 기능팀 구조는 안정화된 아키텍처를 바탕으로 부품 간 관계의 조정이 더욱 약화된 상태에서 다양한 파생제품 개발을 진행할 때 적합한 개발팀 유형임을 알 수 있다.

## 1.4 아키텍처 혁신에 대한 중소기업의 제약 요인

마지막으로, 본 연구에서 선택된 중소기업 표본을 통해 파악된 부분은 다음과 같다. 그것은 일반적으로 유연하다고 알려진 중소기업기술기반 기업의 경우에도 조직의 멘탈모델의 부정적 영향력을 완전히 회피하기 어렵다는 것이다. 이는 중소기업 특유의 자원 제약을 극복하면서 형성된, 열등하지만 창의성이 깃든 아키텍처에 더욱 더 집착하며 부품 지식의 개선을 통해 기술적 성능 한계를 돌파하려는 관성적 시도에서 중소기업도 자유롭지 않다는 것을 의미한다. 사실, 중소기업은 사이즈가 큰 대기업보다 더 자원 사용에 제약이 있기 때문에, 또 작은 성공에 더 크게 환호할 수 있기 때문에, 오히려 직전 단계인 급진적 혁신에 성공한 프로젝트 책임자를 아키텍처 혁신이 요구되는 후속 프로젝트에 연속적으로 투입하기 쉬운 위험성을 가지고 있다. 이는 상대적으로 유연하다고 알려진 중소기업이 가진 역설적 문제로서 이해될 수 있다.

## 2. 연구의 한계, 미래연구방향, 결론

본 연구의 한계는 다음과 같다. 본 연구는 아키텍처 혁신의 고유한 속성인 문제해결 패턴의 고착화 관점과 관련해 기존 연구들과 유사한 결과를 얻음으로써 분석적 일반화(Yin, 2003) 과정의 진전에 기여하고자 하였다. 하지만 단일 사례연구가 가진 외적 타당성의 문제를 여전히 가지고 있으며 향후 다양한 산업에 속한 다양한 규모의 기업들을 관찰함으로써 아키텍처 혁신에 대한 확장된 이해를 넓혀갈 필요가 있다고 생각된다. 이와 관련해 본 연구에서 의견상 관별되기 어려운 아키텍처 혁신에 대한 측정기준으로 제시된 ‘아키텍처 지식의 학습 수준(부품 간의 상호관련성에 대한 논리적 이해의 정도)’에 대한 부분은 다른 사례를 통해 반복적으로 분석되어야 할 필요가 있다고 생각된다.

또한, 본 연구의 경우 시장 변수(시장의 요구사항 변화)와 기술 변수(제품 아키텍처와



부품 지식의 학습정도) 간의 관계에 초점을 맞추어 진행되었으나 기술 변수의 내용 중 공정 영역에 대한 부분은 분석틀에 포함되지 못하였다. 본 연구에서 언급된 단계 별 공정 영역의 대응방식 변화는 향후 연구에서 추가될 필요가 있다. 또한 사례에서 서술된 각 단계에서 사용된 개발팀의 유형 등 조직 영역의 이슈 또한 추후 연구에서는 분석틀에 통합될 필요성이 있다고 생각된다. 그러나 개발팀의 유형과 연관된 조직 영역의 이슈는 가시적 유형화가 쉽지 않은 부분으로 각 개발팀 유형에 대한 명확한 이해가 심화되어야 한다고 생각된다.

한편, 본 연구에 있어 아키텍처 혁신은 경쟁기반의 유형 중 기능성 기반의 강화 과정에서 촉발되었는데, 이는 카메라폰 산업 초창기 카메라폰의 아키텍처 혁신을 화소와 프레임 기술-카메라의 촬영 기능의 개선-의 강화 차원에서 연구한 사례(김영진, 2008)와도 일치하고 있다. 하지만 서론에서 잠시 언급된 아키텍처 혁신을 촉발시킨 웨이퍼 오염과 연관된 반도체 수율 감소 혹은 불량률 증가의 문제(Henderson & Clark, 1990)는 기능성이라기보다는 개념적으로는 신뢰성 기반의 내용에 가까워 이 기반에서도 아키텍처 혁신이 일어날 수 있음을 시사하고 있다. 하지만 이러한 부분은 Henderson & Clark(1990)의 연구에서 언급된 웨이퍼 오염의 문제가 웨이퍼의 기능성 강화과정에서 부가적으로 수반되는 이슈인지, 역으로 신뢰성 기반이 최우선적인 이슈였는지에 대한 사실을 반도체 장비산업의 전개 과정을 추가 조사해봄으로써 파악 가능하다고 생각된다. 나아가, 기능성 기반에서의 아키텍처 혁신 이후 어떤 조건 하에서 신뢰성을 포함한 다른 경쟁기반들에 대해 아키텍처 혁신이 다시 요구될 수 있는지에 관한 이해가 필요하다고 볼 수 있다. 여기서, 한 가지 유추해 볼 수 있는 것은, 어떤 산업 고유의 트렌드가 본 연구에서 언급된 경쟁기반의 논리적 이동 과정보다 상위 차원에 존재한다면, 이 트렌드가 이전 단계에서 종결될 수도 있는 신뢰성 기반의 지속 여부에 영향을 미칠 수 있다는 것이다. 이를 본 연구의 사례를 통해 보면 다음과 같다. 진동모터의 불꽃 방전 문제를 해결하는 것으로 아키텍처 혁신 단계에서 종결되었을 신뢰성 이슈는, 점진적 혁신 I 단계에서 추가적인 정밀도와 안정성을 갖춘 T사 장비로의 교체를 요구하였는데, 이에 대한 우선적 이유는 휴대폰의 소형화 추세가 지속되었기 때문이었다. 즉, 휴대폰의 지속적 소형화는 진동모터 특유의 아키텍처와 공정 변화의 미묘함과 결합되면서 신뢰성 이슈를 재부각시키는 결과를 가져오게 되었던 것이다. 이를 통해 알 수 있는 것은, 신뢰성 기반과 연관된 점진적 혁신 I 단계의 부각 여부는 이보다 상위에 존재하는 산업 고유 트렌드의 지속 여부에 우선적으로 의존할 수 있다는 것이다. 최종적으로, 휴대폰의 소형화와 같은 상위 트렌드의 지속성이 T사 장비로의 교체와 같은 공정 혁신에 미친 영향력은 Henderson & Clark(1990)에게서 언급된 신뢰

성 기반에서의 공정장비 아키텍처 혁신 사례와 대조되면서, 점진적 혁신 I 단계의 필요성과 이 단계에서의 공정혁신 유형 등이 추후 다른 사례를 통해 좀 더 정교하게 이해되어져야 할 것으로 보인다.

마지막으로, 자화전자의 1세대 진동모터( $\Phi 14 \times t3.4$ )는 국내 최초로 출시된 코인타입 진동모터이기는 하였으나 일본의 코인타입 진동모터를 벤치마킹한 것으로 국내 추격 기업의 선도적 제품에 해당되었다. 추격 의지를 가진 기업은 새롭게 시도하는 아키텍처에 대한 논리적 지식이 병행·구축되지 않으면, 선발 기업에 대한 벤치마킹만으로는 결코 추격자의 위치를 벗어나기 어렵다는 것을 본 연구를 통해 유추해볼 수 있다. 다른 의미에서, 아키텍처 혁신에의 성공은 특정 영역에 대한 아키텍처 지식의 숙달 후, 이를 자유로이 활용할 수 있게 됨을 의미하기 때문에 이는 중요한 변곡점 중 하나일 수 있다. 하지만, 엄밀히 말하자면, 아키텍처 혁신에의 성공이, 새로운 제품 아키텍처를 창출할 수 있음을 의미하지는 않는다. 왜냐하면, 아키텍처 혁신은 새롭지만 태생적으로 열등한 아키텍처의 효율성을 개선하는 과정에서 일어나는 두 번째 단계의 혁신이기 때문이다. 즉, 특정 국가의 발 빠른 기술 추격 기업이 아키텍처 혁신을 통해 선진 기업의 새롭지만 열등한 아키텍처 효율성을 개선함으로써 특정 국가 내에서 선도 기업이 될 수는 있겠지만, 추격자의 위치를 벗어나기 위해서는, 선진기업이 고안한 아키텍처를 두 번째 단계에서 변경하는 차원을 넘어 새로운 제품 컨셉에 적합한 아키텍처를 스스로 창출할 수 있어야 한다. 이런 시각에서 볼 때, 향후 연구의 초점 중 하나는, 아키텍처 혁신에 성공한 기업이 전혀 새로운 컨셉의 아키텍처를 창출하는데 있어 뛰어넘어야 할 장애물은 무엇인지에 관한 부분일 수 있다. 예를 들어 아키텍처 혁신에 성공한 기업이 새로운 컨셉의 제품 아키텍처를 창출하는 과정에서 어떻게 실패하고 성공할 수 있었는지, 추격 국가내의 지식생성 기반이 창의성을 요구하는 개발 활동에 어떤 영향을 미치는지에 대한 관심은 추격국 기업들이 추격자의 위치를 벗어나 어떻게 리더 그룹에 속하게 될 수 있는지를 이해할 수 있는 좋은 실마리가 될 수 있을 것이다.

이상, 본 연구는 아키텍처 혁신과 연관된 단계별 전개 과정에서 대두되는 문제와 단계별로 요구되는 문제 해결 전략이 무엇인지를 관찰함으로써, 아키텍처 혁신에 맞닥뜨리게 되는 신생산업 진입 기업에 대한 기술적 해결방향을 제시하고자 하였다. 아키텍처 혁신에 대한 연구는 향후 제품이나 공정 혁신의 차원을 넘어 사업모델 혁신과 서비스 혁신 등 혁신의 차원이 다른 영역에도 적용 가능한 유의미한 분야라고 생각된다.



## 참고문헌

### (1) 국내문헌

- 김영진 (2008), “부품업체에 의한 시스템 제품의 아키텍처 혁신: 카메라폰 플랫폼 변경 사례,” 『전략경영연구』, 제11권, 제3호, pp. 91-117.
- 송위진 · 황혜란 (2006), “탈추격체제에서 부품업체의 기술혁신활동: 휴대전화부품업체 사례연구,” 『기술혁신학회지』, 제9권, 제3호, pp. 435-450.
- 이희세 · 김영진 (2010), “제품경쟁기반의 이동에 관한 연구: 한국 MP3플레이어 산업을 중심으로,” 『전략경영연구』, 제13권, 제3호, pp. 59-88.
- Christensen C. M. 저, 노부호 역(1999), 『성공기업의 딜레마』(원제: The Innovator's Dilemma), 도서출판 모색.

### (2) 국외문헌

- Anderson P., & M. Tushman (1990), “Technological Discontinuities and Dominant Designs: A Cyclical Model of Technological Change”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 4, pp. 604-633.
- Bozdogan K., J. Deyst., D. Hoult, & M. Lucas (1998), “Architectural Innovation in Product Development through Early Supplier Integration”, *R & D Management*, Vol. 28, No. 3, pp. 163-173.
- Burgelman R. (1994), “Fading Memories: A Process Theory of Strategic Business Exit in Dynamic Environments”, *Administrative Science Quarterly*, Vol. 39, No. 1, pp. 24-56.
- Christensen C. M. (1992b), “Exploring the Limits of the Technology S-curve, Part II: Architectural Technologies”, *Production and Operation Management*, Vol. 1, pp. 358-366.
- Christensen C., & J. Bower (1996), “Customer Power, Strategic Investment, and the Failure of Leading Firms”, *Strategic Management Journal*, Vol. 17, No. 3, pp. 197-218.
- Christensen C., & M. Overdorf (2000), “Meeting the Challenge of Disruptive Change”, *Harvard Business Review*, Vol. 78, No. 2, pp. 66-76.
- Christensen C., & R. S. Rosenbloom (1995), “Explaining the Attacker's advantage: Technological Paradigms, Organizational Dynamics, and the Value Network”, *Research Policy*, Vol. 24, No. 2, pp. 233-257.
- Christensen C., M. Verlinden, & G. Westerman (2002), “Disruption, Disintegration and the Dissipation of Differentiability”, *Industrial Corporate Change*, Vol. 11, No. 5, pp. 955-993.
- Christensen C. (1997), “Patterns in the Evolution of Product Competition”, *European*

- Management Journal*, Vol. 15, No. 2, pp. 117-127.
- Eisenhardt K. M. (1989), "Building theories from case study research", *Academy of Management Review*, Vol. 14, No. 4, pp. 532-550.
- Goffin K., & R. Mitchell (2010), *Innovation Management: Strategy and Implementation Using the Pentathlon Framework*, Palgrave Macmillan.
- Henderson R., & K. B. Clark (1990), "Architectural Innovation: The Reconfiguration of Existing Product Technologies and the Failure of Established Firms", *Administrative Science Quarterly*, Vol. 35, No. 1, pp. 9-30.
- March, J. (1991), "Exploration and Exploitation in Organizational Learning", *Organization Science*, Vol. 2, No. 1, pp. 71-87.
- Meyer M. H., & A. Lehnerd (1997), *The Power of Product Platform Building Value and Cost Leadership*, New York: Free Press.
- Meyer M. H., P. Tertzakian, & J. M. Utterback (1997), "Metrics for Managing Research and Development in the Context of the Product Family", *Management Science*, Vol. 43, No. 1, pp. 88-111.
- Moore G. A. (2004), "Crossing the Chasm-and Beyond", *Strategic Management of Technology and Innovation, 4th ed*, McGraw-Hill.
- Noda, T., & Collis, D. (2001), "The evolution of intraindustry firm heterogeneity: insights from a process study", *Academy of Management Journal*, Vol. 44, pp. 897-925.
- Robertson D., & K. Ulrich (1998), "Planning for Product Platforms", *Sloan Management Review*, Vol. 39, No. 4, pp. 19-31.
- Rogers E. (2003), *Diffusion of Innovations*, Free Press.
- Schilling M. A. (2008), *Strategic Management of Technological Innovation*, McGraw • Hill.
- Sanderson S. W., & M. Uzumeri (1995), "Managing Product Families: The Case of the Sony Walkman", *Research Policy*, Vol. 24, No. 5, pp. 761-782.
- Senge P. M. (1990), *The Fifth Discipline: The Art & Practice of The Learning Organization*, Currency Doubleday.
- Tidd J., J. Bessant, & K. Pavit (2005), *Managing Innovation: Integrating technological, market, and organizational change*, John Wiley & Sons.
- Utterback J. M., & W. Abernathy (1975), "A Dynamic model of Process and Product Innovation", *OMEGA*, Vol. 3, No. 6, pp. 639-656
- Utterback J. M. (1994), *Mastering the Dynamics of Innovation*, Boston, MA: Harvard Business School Press.

Wheelwright S., & K. Clark (1992), "Creating Project Plans to Focus Product Development",  
*Harvard Business Review*, Vol. 70, No. 2, pp. 70-82.

Yin R. K. (2003), *Case Study Research: Design and Methods*, Sage Publications.

□ 투고일: 2015. 11. 18 / 수정일: 2015. 11. 28 / 게재확정일: 2015. 11. 30