

신기술의 제조 적용 여부 의사결정-반도체 패키징 사례*

장 태 순**
손 순 진***
임 채 성****
김 광 수*****

다국적 반도체 패키징 업체의 자회사인 R Korea사가 시장 점유율 확대를 위한 원가 경쟁력을 강화하고자 추진한 신기술 개발 프로젝트인 구리 와이어 본딩 패키징 기술을 개발하였다. 이는 고가의 금 와이어 본딩 패키징 기술을 대체하는 기술이다. 개발한 신기술은 기존 기술에 비해 크게 높은 기술적 성과를 보이고 있지 않으나 장기적으로 기술발전 가능성이 존재한다. 전략적인 면에서 보면 이 기술을 채택할 수 있으나 현재 시장의 상황을 보면 채택이 용이하지 않다. 시장 면에서는 주 시장인 선진국 고가 시장에 도입할 경우 품질 위험성 때문에 고객의 선호 가능성이 낮으나 주변부 시장인 동남아 및 중국 시장의 경우 선호 가능성이 존재한다. 제조 적용 여부에 대해 관련 부서들은 엇갈리는 입장을 내어 놓고 있다. 이 사례는 신기술의 발전 가능성을 보고 전략적 채택을 결정해야 하는지, 여러 부서의 다른 입장을 고려한 통합적 의사결정을 어떻게 해야 하는지에 대해 학습할 수 있는 기회를 제공한다. 이 사례를 통해 기술혁신경영 전략 및 제 부서의 의견을 통합하는 기술혁신 프로세스 관리 이슈를 학습할 수 있다.

주제어: 반도체, 기술개발, 기술 전략, 개발 프로세스 관리, 조직간 의사소통

1. 서론

본 사례는 2007년도 11월 현재 의사결정 문제를 다루고 있는데, 다국적 반도체 패키징 업체의 자회사인 R Korea사가 시장 점유율 확대를 위한 원가 경쟁력을 강화하고자 개발한 신기술의 제조 적용 의사결정에 관한 사례이다. R Korea사가 개발한 신기술은, 기존의 고가의 금 와이어 본딩(wire bonding) 패키징 기술을 대체하는 저가의 구리 와이어 본딩 패키징 기술이다. 본 사례는 새로운 기술의 제조 적용 여부에 대한 전략적 의사결정 이슈뿐만 아니라,

기술혁신 프로세스 상의 통합 이슈를 다룬다.

첫째, 본 사례는 개발된 신기술의 성능에 대해 만족하는 부서와 그렇지 못한 부서와의 갈등 상황에서 신기술의 제조 적용 여부에 대한 전략적인 의사결정 이슈를 다룬다. 신기술은 초기 단계에는 성능이 떨어지나 일정한 단계가 지나면 성능이 급속히 개선되는 S자형 패턴을 가지는 경향이 있다(Foster 1986). 따라서 초기 단계에 있는 낮은 성능을 보이는 신기술의 개발을 중단하는 것이 바람직한 것인지 여부를 결정하는 것이 어렵다. 장기적으로 회사 발전에 크게 기여할 수 있는 혁신적 신기술 개발 프로젝트가 초기단계에서 만족스럽지 못한 기술 성능을 보임과

논문접수일: 2014. 06. 05. 1차 수정본 접수일: 2014. 10. 10. 게재확정일: 2014. 10. 23.

* 이 논문은 2014 학년도 건국대학교의 연구년교원 지원에 의하여 연구되었음.

** 엠코테크놀로지코리아 차장(TaeSoon.Jang@amkor.co.kr), 제 1연구자

*** 엠코테크놀로지코리아 이사(SunJin.Son@amkor.co.kr), 제2연구자

**** 건국대학교 교수(edisonfoot@gmail.com), 교신저자

***** 건국대학교 교수(kkim@konkuk.ac.kr), 공동저자

동시에 미래 수익성 확보 불확실성이 높기 때문에, 회사의 장기 발전에 기여할 잠재력이 낮은 단기 수익성 기술 프로젝트보다, 우선적으로 선택되지 못하는 의사결정의 딜레마가 존재한다. 이러한 딜레마를 다루는 대표적 이론의 예로 Christensen의 와해성 혁신 이론을 들 수 있다(Christensen 1997, Christensen and Raynor 2003). 이 이론에 의하면 초기에 낮은 성능을 보여 시장 확보의 가능성이 낮은 신기술 프로젝트에 대해 기존 선도기업은 선택에 부정적이나 혁신적 기업은 신기술의 발전 가능성을 보고 시장에 진입하되 선도기업이 관심을 갖지 않는 저 성능 시장에 진입한다. 저 성능 시장에 신기술 제품을 공급하는 과정에서 신기술의 성능을 향상시켜 일정 시점이 지나면 기존 선도기업이 고집하고 있던 구 기술보다 더 높은 성능을 보여주는 신기술을 확보하게 되고 혁신 기업은 기존 선도기업을 능가하는 경쟁력을 갖게 된다. 본 사례는 와해성 혁신 이론에서와 같이 신기술 관련 의사결정 딜레마의 문제를 다루고 있다. 신기술은 원가를 절감할 수 있는 기술이나, 제조 적용에 따른 단기적, 장기적 기대 성과가 다르다. 이에 대한 의사결정 이슈를 다룬다.

둘째, 신기술 개발 프로세스에서 발생하는 부서 이견의 통합 이슈를 다룬다. 기술혁신의 프로세스의 조정 및 통합의 중요성은 기술혁신 경영 문헌에서 잘 강조되어 있다(Teece et. al. 1997; Tidd et al. 2005; Cooper 2001; Wheelwright and Clark 1992). 기술 혁신이 성공적으로 이루어지기 위해서는 기술 개발 프로젝트 수행 프로세스가, 고객에 최대한의 가치를 창조하기 위한 방향으로, 범부서 차원에서의 조정 및 통합을 통해 이루어져야 한다. 그러나 개별 부서는 주어진 제약 조건과 부서 고유의 목표를 가지고 있고 조직 간의 벽이 존재하기 때문에 타 부서와 충돌을 일으킬 수도 있는 개별 목표를 가지고 있다. 예를 들면 연구개발 조직은 신기술 적용에 적극적이며 전략적인 장기적 효과를 강

조하는 반면 마케팅 조직은 신기술 적용에 소극적이며 단기적인 성과를 강조하는 경향이 있다. 각 부서는 기업 전체의 바람직한 통합적 의사결정에 반하는 의사결정을 내리기도 한다. 특히 신기술 개발 프로젝트는 연구개발부터 마케팅에 이르는 기업의 거의 모든 부서가 관련되는 의사결정이 요구되는 경우가 많기 때문에 통합적 의사결정이 중요하다.

본 사례는 원가경쟁력을 강화할 수 있는 신기술에 대한 전략적 의사결정과 더불어, 기술개발 프로세스상의 부서간 이견을 통합하는 통합적 의사결정 훈련 기회를 제공한다. 이를 위해 본 사례는 신기술 관련 전략적 의사결정 및 기술개발 프로세스의 복잡성을 이해하고 토론할 수 있도록 R. Korea사에서 2007년 회의 내용을 중심으로 구성되어 있다.

II. R Korea 사의 개발 프로젝트: 구리 와이어 본딩 기술 개발

R Korea사는 본사가 미국에 있는 R Inc.의 한국 내 현지법인으로서, 40여년의 긴 역사를 지닌 반도체 패키징 및 테스트 전문기업으로 반도체 패키징 분야에서 세계시장 2위를 점하고 있으며 주요 시장은 미국 및 유럽 일본 등 선진국 시장이다. R사는 한국 외에 네 곳에 공장을 가지고 있다(〈표 1〉 참조). 쉘컴, TI, 삼성, 소니, 인텔, LSI 로직, 모토로라, 도시바, ST, 인피니온 등과 같은 세계의 우수한 180여 반도체 및 정보통신, 전자 회사를 고객으로 두고 있는 업체이다. 이 업체의 시장은 반도체 완성품 외 주시장이라고 할 수 있다. 이 회사는 반도체 패키징 분야의 기술을 선도하는 기업인데 예를 들면 2001년도에는 웨이퍼 범핑 및 플립칩 기술을 이용한 선도적 패키징 기술을 적용하여 고성능 제품생산을 시작하였다. 현재는 한국, 필리핀, 일본, 대만, 중국,

〈표 1〉 R사 글로벌 배치 및 지역 별 제품군

Location	Product & Business
S.Korea	Package, Bumping, Test, R&D
Philiphine	Package, Test
China	Package, FCCSP, Bumping, Test
Taiwan	Package Flipchip, Bumping, Test
Japan	Package, BGA, Test
USA	R&D, BU (Business Unit)

미국에 총 16개의 반도체 공장을 보유하고 있다. 그 중, R사의 한국지사 공장은 고가 제품 군 위주로 생산하고 있으며, 필리핀 공장, 중국 공장, 대만 공장 등의 경우는 유리한 인건비를 이용한 저가 위주의 제품 군으로 구성되어 있다.

의사결정 시점인 2007년 현재 반도체 외주 시장의 성장은 지속적으로 10% 내외의 성장이 예상되는 산업으로 여건이 나쁘지 않다. R사는 2003년 이전 까지는 사업 영역에서 업계 1위 위치를 차지했으나 2003년 이후 세계 1위 시장을 경쟁사에 내어주는 상황에 직면하게 되었다. 회사의 입장에서는 원가 절감을 통한 경쟁력 회복이 중요한 상황이다. R Korea사는 다국적기업인 R사 자회사 가운데 가장 임금 수준이 높은 회사이나 R Korea사의 제품은 수익성이 떨어져 원가 경쟁력을 높이거나 해외로 공장을 이전해야 하는 상황이다. 구리 와이어 본딩 기술 개발은 R Korea 사의 원가 경쟁력을 높이고자 개발

되었다. 의사결정 이슈 배경 정보로 2008년도 현재 반도체 시장 전망 자료를 제시하자면 아래와 같다.

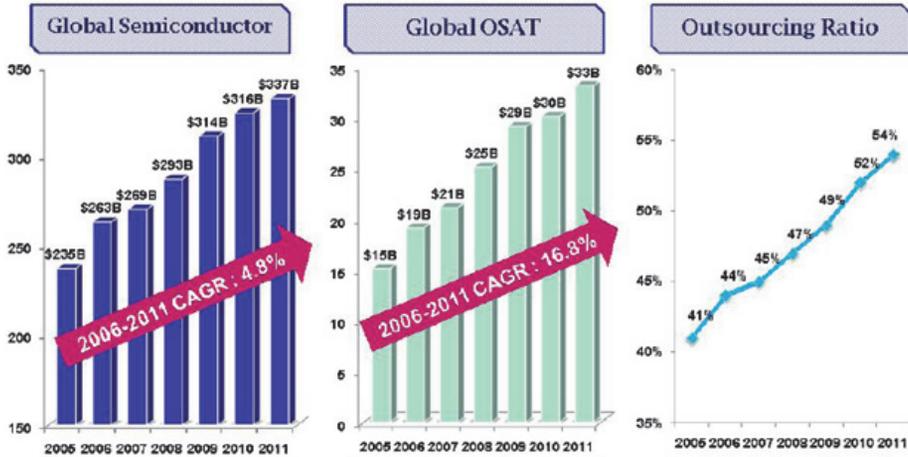
Ⅲ. 2008년도 반도체 시장 전망

2008년도 각 기관별 반도체 시장 성장을 전망치는 6%~ 11% 수준이다(〈표 2〉). R사가 속해 있는 반도체 외주 조립 및 테스트 시장의 경우 2007년에는 연평균 11% 정도의 성장이 이루어졌고, 2008년도에도 통합 디바이스 제조(Integrated Device Manufacturer[IDM]) 업체들의 패키징과 테스트의 외주(Out-Sourcing) 경향은 점차 강화될 것으로 예상되고 있다. 전망 기관의 예상을 보면, 세계 반도체 패키징과 테스트 외주율(Out-Sourcing Ratio)은 2009-2010년경 50%를 돌파하면서 지속적인

〈표 2〉 평가 기관별 2008년도 반도체 시장 성장률 전망

평가기관	성장률
Gartner Dataquest	6%
iSuppli	7.5%
SLA	7~8%
WSTS	9.1%
IC Insights	10%
Semi co Research Corp.	11%

자료: R Korea사 내부 자료



자료: R Korea 사 내부 자료

〈그림 1〉 2008년도 반도체 시장 전망

로 확대될 것으로 전망하고 있으며, 2011년 예상 시장 규모는 \$33Billion에 육박할 것으로 전망하며 2006~2011 연평균 성장률 (CAGR) 예상치는 16.8% 였다(〈그림 1〉).

IV. 원가경쟁력 강화의 필요성과 구리 와이어 본딩 기술

R사는 2003년도에 경쟁사인 A사에 시장 점유율 1위의 자리를 내어 놓게 되었다. 대만에 소재한 A사는 R사에 비해 기술력이 낮은 회사이어서 저가 시장에 주력하는 기업이다. 이 기업이 주 시장으로 하는 중국 및 아시아 시장의 급속한 성장에 따라 시장 점유율을 늘려 나가는 상황에 있었다(〈그림 9〉 참조). 따라서 R사는 제품의 원가 경쟁력 강화를 전략적 차원에서 강조하게 되었다. R사의 와이어 본딩 기술은 2007년 대부분의 제품에 적용되고 있는 기술이다. 개발된 구리 와이어 본딩 기술은 원가 경쟁력을 강화하고자 개발된 것이다. 이는 R사의 패키징 주요

공정에 들어가는 소재인 금을 구리로 바꾸는 기술로써 패키징 원가를 줄이는 기술이다. 이 기술은 R사가 고객사에 제공하는 상품인 패키지 제품을 기존의 금 대신 구리가 포함된 패키지 제품을 제공한다는 점에서 신제품 기술이라고 할 수 있다. 동시에 반도체 패키징의 공정이 과거에 금을 사용한 공정이 구리를 사용한 공정으로 바뀌는 기술이라는 점에서 공정 기술이라고도 할 수 있다. 와이어 본딩 기술에 대한 소개를 하자면 아래와 같다.

V. 반도체 패키징 공정기술과 와이어 본딩 기술 소개

반도체 조립의 패키징 공정은 다음과 같다 (i) 웨이퍼를 투입하여 웨이퍼를 준비(Die Preparation) 한다, (ii) 피시비(PCB, 플리스틱 기판)나 리드 프레임(Lead Frame, 금속기판)과 같은 기판(Substrate)에 다이(웨이퍼를 잘라서 Unit로 분리한 것)를 부착할 수 있도록 웨이퍼를 개별 유닛으로 만든다, (iii) 에

〈표 3〉 기존 와이어 본딩의 유형

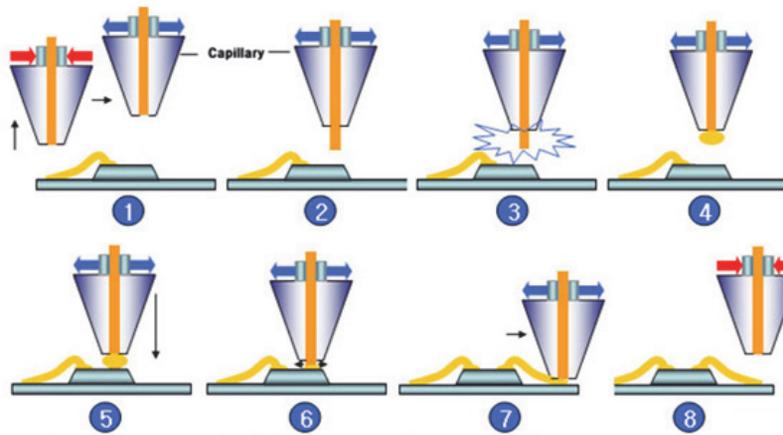
유형	압력	온도	선	패드
자기 증기 압축법	높다	300-500℃	금	알루미늄, 금
초음파	낮다	25℃	금, 알루미늄	알루미늄, 금
열음속	낮다	100-200℃	금	알루미늄, 금

자료: R Korea 사 내부 자료

폭시(접착제)를 이용하여 다이를 기판(Substrate)에 부착한다, (iv)와이어를 사용하여 기판(Substrate)에 부착된 다이와 아웃풋 핀(Lead)을 전기적으로 연결시킨다(와이어 본딩 공정), (v)이것을 에폭시 몰드 컴파운드(Mold Compound)로 덮는다 (Encapsulation), (vi)아웃풋 핀(Lead) 형성을 위한 성형이나 솔더 볼 어태치 공정 (Solder Ball Attach), (vii)싱글 레이션(Singulation) 공정, (viii) 개별 디바이스로

분리되는 공정을 거친다.

위에서 언급했듯이 와이어 본딩은 에폭시(Epoxy Based Glue)를 이용해, PCB(Plastic Substrate)나, 리드 프레임(Lead Frame)에 부착되어 있는 실리콘 다이(silicon die)에 금속 와이어를 본딩함으로써, 실리콘 다이(Silicon Die)와 PCB 또는 리드 프레임(Lead Frame)과 전기적으로 연결을 해 주는 공정이다(〈그림 2〉 참조).



- 주: 1. 순서: ①캐필러리가 다음 본딩할 위치로 이동한다. 이동 중 클램프는 닫혀져 있는 상태이다. 다음 본딩할 위치에 다 다르면 클램프가 열린다. ②와이어가 캐필러리 속으로 주입된다. ③EFO(Electronic Flame-off)로 와이어와 캐필러리 끝 부분에서 스파크를 일으킨다. ④와이어가 녹으면서 볼 모양이 된다. ⑤캐필러리가 내려 오면서 다이 상 연결한 위치의 표면에 접촉한다. ⑥초음파 에너지를 쏘아 불이 다이 표면에 정착 되도록 한다. ⑦캐필러리가 와이어를 끊어낼 위치까지 이동하고 패키지 패드면에 접촉한다. 그리고 초음파를 쏘아 와이어를 끊어낸다. ⑧캐필러리가 다음 본딩 할 위치로 이동한다.
2. 와이어 본딩의 공정 변수는 많이 있지만 특히 초음파(ultrasonic)와 열초음파(thermo-sonic)가 큰 영향을 미친다. i)초음파: 성공적인 공정을 위해서는 변환기(transducer)에서 본딩 툴(bonding tool)까지 초음파 진동을 효율적으로 전달하는 데 있다. 그러므로 본딩툴은 정확한 높이와 변환기에 정확한 토크로 단단히 조여져 있어야 한다. ii)클램핑(clamping): 본딩 시 기판 자체는 스테이지에 완전히 고정돼 있어야 한다. 약간이라도 움직이게 되면 전체 공정을 그르칠 수 있다. iii)자재조건(material condition): 본딩 시 사용되는 재료의 오염은 특히 신중하게 다루어야 한다.

〈그림 2〉 와이어 본딩 프로세스

모든 와이어 본딩 공정은 열, 압력, 초음파 에너지를 이용하여 와이어 끝 부분에 용접점(weld)을 만든다. 사용되는 와이어는 15 μ m 정도의 작은 직경에서부터 사람 머리카락 두께 (40~50 μ m) 정도의 와이어도 이용된다. 와이어가 주입되는 가는 주사 바늘 모양의 것을 캐필러리(capillary)(〈그림 3〉)라 하며 주입된 와이어에는 고 전압을 걸어 준다. 이로 인해 캐필러리 끝 부분에서 와이어가 녹게 되고 용해된 금속의 표면 장력으로 인하여 와이어 직경의 1.5~2.5배 정도의 볼(〈그림 3〉)모양을 하게 된다. 이 볼(원형자유에어볼, FAB[Free Air Ball])은 쉽게 경화되므로 캐필러리는 칩의 표면에 접촉하기 위해 위에서 내려 오며 와이어를 주입하고 칩은 사전에 125 $^{\circ}$ C 이상 가열 되어 있어야 한다. 와이어 본딩 관련된 자세한 소개는(그림 2,3)을 참조 바란다. 2007년 까지 R Korea사의 패키징 제품 영역에서는 금을 사용하는 금 와이어 본딩 기술을 전 세계적으로 사용하고 있었다.

2007년 현재 논의되는 구리 와이어 본딩 기술은 R Korea사에 의해 이루어졌는바 한국 공장의 높은 원가 부담을 줄이고자 이루어졌다. 금 가격의 지속적인 상승으로 와이어 본딩 원가가 상승하고 있어 수익성이 낮은 와이어 본딩 패키지 제품을 지금과 같이 한국에서 계속 생산하는 것은 바람직하지 않게 될 수 있다는 전망이 나오게 되었다. 이에 대한 대안으로 와이어 본딩 기술 개발을 통해 한국에서 제조

되는 제품의 가격 경쟁력을 높여 한국 공장에서 지속적 생산이 가능하게 하고자 개발이 이루어지게 되었다. 아래의 회의 내용은 이미 개발된 기술을 제조 단계로 이관할 지 여부를 결정하는 중역 회의 내용이다.

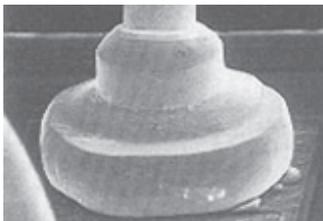
VI. 구리 와이어 본딩 기술 도입에 대한 검토 회의

2007년 11월, R Korea 사의 서울 회의실에서 중역 회의가 열렸다. 개발된 구리 와이어 본딩 기술의 제조 적용 여부를 결정하기 위한 것이었다.

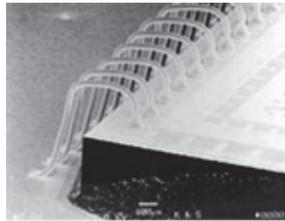
6.1 기술 담당 부서

기술 담당 김이사는 중역회의에 참석한 유관 부문 중역에게 발표하기 시작 했다.

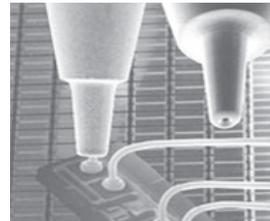
“현재 R Korea사의 상황은 한국의 높은 인건비 등에 의한 가격 경쟁력 문제로 인해 수익성이 낮은 제품을 인건비가 상대적으로 낮은 필리핀이나 중국과 같은 해외 공장으로 이전해야 할 것인지를 검토해야 하는 상황에 놓여 있다.”라며 발표를 시작했다. 김이사는 “현재 R Korea사에 생산되는 제품 중 에서 와이어 본딩 제품의 비율은 전체 매출의 90% 정도



와이어 본딩 근접 사진



25 μ m 금 와이어 본딩



와이어 본딩캐필러리

자료: R Korea 사 내부 자료

〈그림 3〉 와이어 본딩 외형

〈표 4〉 경쟁사 대비 R Korea 사 매출 비중

매출액 비중	R Korea	A 경쟁사
와이어 본딩 패키지	80~90%	80~90%
플립칩 패키지	10~20%	10~20%

자료: R Korea 사 내부 자료

〈표 5〉 구리 와이어 Select Qual 현황(2007)

Package	Wire Type	Wire Dia.	Qual status
PBGA	Bare Cu	25um	Qual passed
		20um	Qual passed
		18um	Qual-ongoing
	Pd Coated	20um	Qual passed
CABGA	Bare Cu	20um	Qual passed
TQ(M/LQFP)	Bare Cu	25um	Qual passed
		23um	Qual passed
	Pd Coated	25um	Qual-ongoing
		20um	Qual-ongoing
MLF	Bare Cu	25um	Qual passed
	Pd Coated	25um	Qual-ongoing

자료: R Korea 사 내부 자료

〈표 6〉 금과 구리의 특성치 비교

Property	Units	Gold	Copper
Melting Point	℃	1063	1083
Density	g/cm ³	19.3	8.92
Thermal Conductance	kW/m ² K	31.1	39.4
Coefficient of Linear Thermal Expansion	Ppm/K	14.2	16.50
Electrical Resistivity (at 20℃)	10 ⁻⁸ /ohmm	2.2	1.7
Electrical Conductivity (at 20℃)	10 ⁷ /ohmm	4.55	5.88
Vickers Hardness	MN/m ²	216	369
Modulus of Elasticity	GPa	78	123
Tensile Strength	N/mm ²	120-220	210-370

자료: R Korea 사 내부 자료

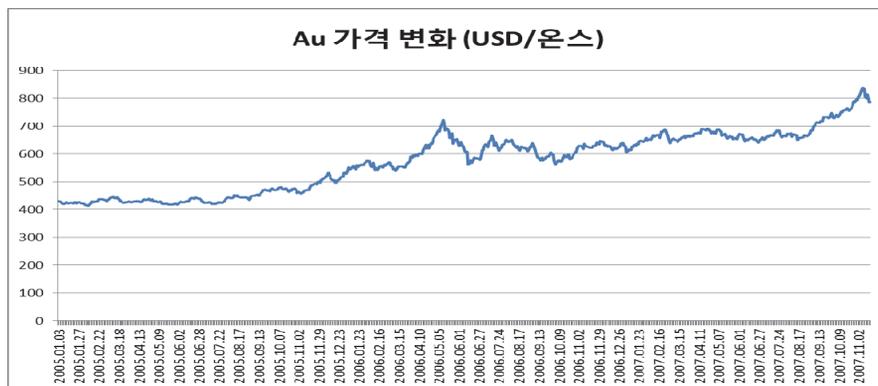
(〈표 4〉)를 차지하고 있다(경쟁사도 비슷한 수준). 와이어 본딩 재료 변경이 성공적으로 진행될 경우, 원가절감을 통한 수익성 향상이 기대되며 최근 금

가격의 상승 흐름(〈그림 4〉)을 보면 더욱 금 와이어의 대체품을 찾아야 하는 상황임을 알 수 있다”고 했다. “2007년도 금 가격은 년 초 대비 약 30% 정도

상승했으며, 2005년부터 지속적으로 상승하고 있는 상황이다. 따라서, 품질과 신뢰성 문제를 최소화시키고, 원가절감을 통하여 고객을 감동 시킴으로써, 해당 비즈니스를 R Korea사에서 유지할 수 있도록 하기 위해서는 원재료 값의 주요 원가 항목인 금 와이어를 구리 와이어로 변경해야 할 것"이라고 설명했다. "전 세계적으로 볼 때, 구리 와이어 본딩의 경우, 현재 R Korea사에서는 생산하고 있지 않은, PDIP, SOIC(반도체 제품명칭)등과 같은 로우핀(Low Pin) 제품인 33um(와이어직경) 와이어의 약 2% 미만 정도의 제품에서 적용되고 있습니다. R Korea사의 주력 제품인 신패키징 제품(Advanced Package), 와이어 사이즈 25um 이하의 섬세 패드 핏치 자재의 패키징 제품에는 아직 세계적으로 적용하고 있지 않으므로, R Korea사에서 이를 선점함으로써, 원가 경쟁력을 강화하는 한편 시장 선도자가 되는 효과가 있다"고 주장했다. 또한 "섬세 패드 핏치 패키지에 대한 구리 와이어 본딩 기술을 개발하였고 이에 대한 검토를 기술 연구소와 진행하여, 현재 섬세 패드 핏치 패키지 중 PBGA, CABGA, TQFP/MQPF, MLF 제품의 일부가 개발단계에서 대량 생산을 위해 제조로 이관할 수 있는 단계의 인증 절차를 완료하였음을 발표 했다.

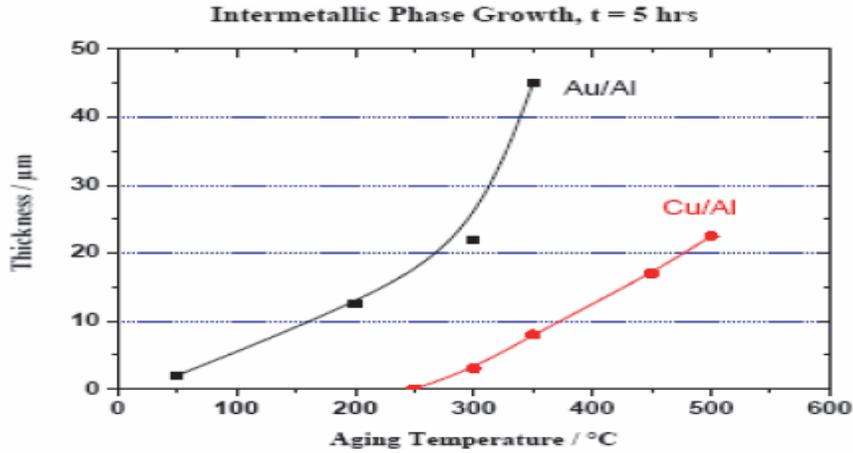
"QFN(R Korea 공장에서 생산되는 제품) 제품을 기준으로 와이어 원가 계산시, 구리 와이어가 금 와이어에 비해 와이어 비용이 약 60% 정도 절감됨을 알 수 있었다. 또한 구리 와이어의 경우 전기적인 특성이나 열 전도성 측면에서 금 보다 더 나은 성능을 얻을 수 있으며, 접착력 측면에서는 보다 확실한 산화 방지 방법 개발 및 와이어 본딩 파라미터 최적화를 통하여 금 와이어와 동일한 성능을 보여줄 수 있다. <그림 5, 6>에서 볼 수 있듯이, 시간경과에 따른 접촉 메탈 층 형성 면에서 구리 와이어가 금 와이어 보다 좋은 성과를 나타냄을 볼 수 있다"고 설명했다.

마지막으로 "외국 전문 기관의 시장 예측 결과에 따르면 구리 와이어 본딩 패키지 시장의 연평균 성장률은 약 50%대로 예측되고 있어 구리 와이어 도입에 대한 충분한 근거가 있다"고 설명했다. 위와 같이 기술담당 김이사는 연구개발 부서와 지속적으로 연구하여 최적화한 기술을 창출하겠다고 밝혔다. 현재 R Korea사가 당면한 원가 절감 문제 해결을 위해 구리 와이어를 도입하는 것이 필요한 시점이라고 준비된 자료 발표를 마무리하고 자리로 돌아갔다. 회의에 참석한 관련 부서 일부 중역의 얼굴 표정은 김 이사의 발표를 적극적으로 환대하는 분위기는 아니었다.



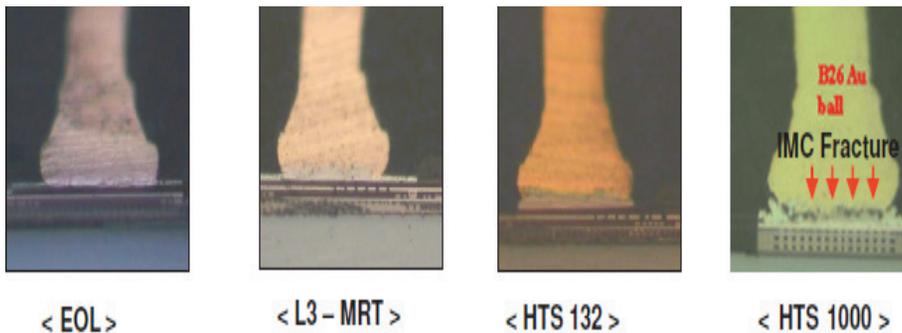
자료: R Korea 사 내부 자료

<그림 4> 금 가격 변화 트렌드, 2005~2007



자료: R Korea 사 내부 자료

<그림 5> 금(Au)-Al 및 구리(Cu)-Al phase의 열처리 후 IMC(인접 메탈 층) 성장 비교.



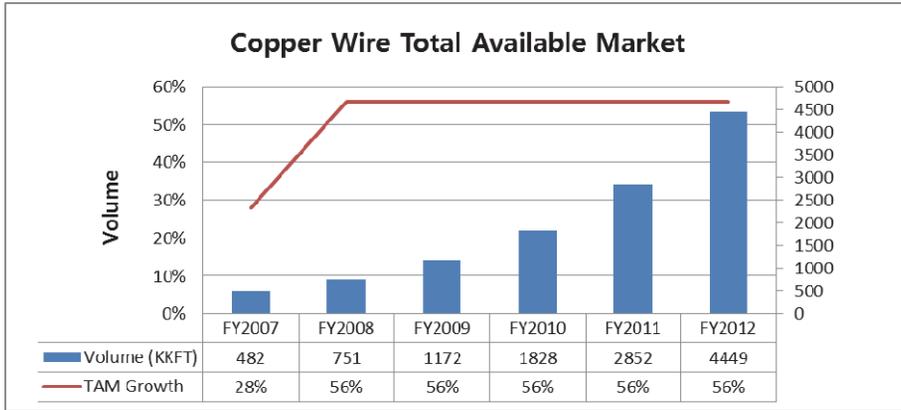
자료: R Korea 사 내부 자료

<그림 6> 경과 시간에 따른 IMC(인접 메탈 층)성장

6.2 고객서비스/판매 부서

기술 담당 김 이사의 발표 후 고객서비스/판매 부서 담당 유 이사는 “고객서비스/판매 부서 입장에서는 기존 시장에서 대량 생산이 진행되지 않는 구리 와이어 본딩 기술을 적용함으로써 고객을 유치할 수 있다면, 구리 와이어 도입에 적극 찬성 한다. 하지만 현재까지 확인된 것은 전세계적으로 일부 고객의 경우의 일부 자재 패지징에 대해 구리 와이어 본딩 도입을 검토하고 있는 상태이다. 따라서 현재로서는

투자금액을 회수 할 수 있는 물량에 대한 예상치를 제공할 수 없으며 구리 와이어 본딩 사용으로 인한 재료 가격 하락이 발생하므로 고객에서도 평균 판매 가격 하락을 요구해 올 것이며, 이럴 경우, 선적량에는 차이가 많이 발생하지 않으나, 전체 매출이 하락하게 되어 회사 재무 상태에 영향을 미칠 가능성도 존재하는 것으로 판단된다. 또한 제품 품질 신뢰성 문제도 존재할 수 있는 것으로 판단이 됩니다. 품질 보다는 가격적인 면에서 저가 정책을 유지하는 동남아 고객이나, 중국 고객 쪽에서 관심이 높을 것으로



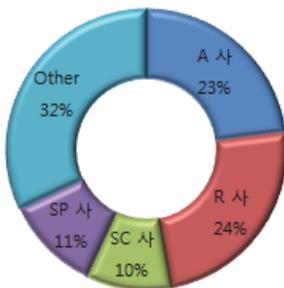
자료: RKorea 사 내부 자료

〈그림 7〉 구리 와이어 총 시장(TAM: Total Available Market)

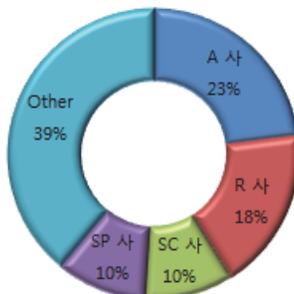
파악되나, 현재 R Korea사의 고객 군은 품질을 중요시 하는 미국, 일본, 유럽고객이 주요 고객 군을 형성하고 있어, 향후 현재 고객의 어느 정도가 구리 와이어로 전환할 것인지 판단하기 어렵고 품질 및 신뢰성 문제가 발생하였을 때 클레임으로 연결되는 위험도 크다"고 언급 했다. "하지만 반도체 외주시장에서 꾸준히 1위를 차지해 오던, R Korea사가 2003년 3 사분기 이후 경쟁사 A 사에게 시장 리더 위치를 내어주고 있는 현재의 상황을 고려할 때 (〈그림 8〉),

시장 리더로 복귀하기 위한 방안은 반드시 모색되어야 하므로, R Korea사 내에서의 검토만이 아니라, R 본사 차원에서 구리 와이어 분당 도입에 대한 전략적인 검토가 필요한 것으로 판단된다"고 밝혔다. 또한 "기존 제품의 원가로 보면 필리핀이나 중국에서 구리 와이어를 도입할 경우 한국보다 인건비 적인 측면에서 추가 10%정도 원가 하락이 예상되며, 주요 경쟁사인 A 사에서는¹⁾ 아직 구리 와이어에 대한 내부 인증 및 신뢰성 평가 등이 우리와 같이 많이

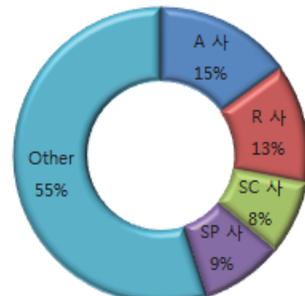
2002 시장 점유율



2004 시장 점유율



2007 기대 시장 점유율



자료: R Korea 사 내부 자료

〈그림 8〉 반도체 외주 조립 및 테스트 시장의 시장 점유율: 2002, 2004, 2007

1) 대만에 본사를 두고 있는 회사로 시장의 거대 시장으로 부상하고 있는 중국으로 진출 시 유리한 위치를 선점할 수 있음



자료: 아이서플라이

〈그림 9〉 중국 반도체 시장 추이

진행되어 있지 않았으므로 지금이 우리가 구리 와이어를 도입할 좋은 시기다”라고 했다. 마지막으로 “매출액 측면에서 보면 중국 반도체 시장의 지속적인 성장 (〈그림 9〉)이 예상되며, 2007년도에 중국 반도체 시장은 523억 달러 이고, 2008년도에는 이보다 12% 성장한, 586억 달러로 전망 된다. 따라서, 현재 R Korea의 주 고객군인 미국, 유럽 고객에 비해 상대적으로 저가 위주로 구성되는 중국 시장의 고객을 공략할 수 있는 마케팅전략을 가지고 구리 와이어에 대한 검토를 진행하는 것이 필요하다”라고 다시 한번 언급했다.

6.3 구매 부서

구매 부서의 한 이사는 “구리 와이어 도입으로 인해 원재료 비 절감을 할 수 있다면 적극 찬성 한다”고 했다. “R Korea사의 당면한 문제인 원가절감을 위해 구매 부서에서도 협력업체와 정기적인 가격 협상을 통해 원가를 낮추는 한편, 필요한 경우 협력업체의 공정이나 불필요한 절차를 제거함으로써 지속적으로 원재료 가격을 낮추고 있으나, 외부적인 요인으로 한계에 봉착해 있다”고 하면서, 재료 변경을

통한 원가 절감에 대해서 모든 부서에서 차원에서 적극적인 검토를 해 줄 것을 요청하면서 기술 담당 김 이사의 제안에 힘을 실어 주었다.

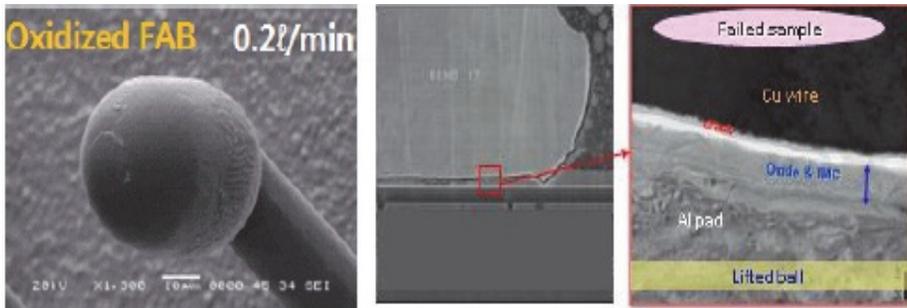
6.4 품질 관리 부서

품질담당 이 상무가 의견을 발표했다. “김이사가 발표했듯이 현재 R Korea사는 수익성을 유지하기 위해 원가절감이 당면 과제라는 부분에 대해서는 동의한다. 물론 이 자리에 있는 다른 중역들도 이 부분에 대해서 반대하는 사람은 없을 것으로 판단이 된다. 하지만, 구리 와이어 도입이 원가절감 측면에만 너무 집중하여 이를 도입하게 되면, 우리가 예측하지 못한 품질 문제 발생으로 인해, 더 나쁜 상황에 처할 수 있다. 물론 구리 와이어 도입을 위해 그동안 기술 연구소와 기술담당 김 이사의 헌신적인 노력을 통하여 많은 문제점이 검증되고 개선된 부분에 대해서는 감사의 뜻을 표하지만, 아직 구리 와이어에 대한 품질 문제가 완벽하게 검증되었다고 판단할 수 없으므로 도입에 대해서는 좀 더 시간을 두고 판단해야 할 필요가 있을 것이다. 구리 와이어에 대한 해결 해야 할 문제로 볼 수 있는 부분은, 첫째로,

금 와이어의 경우 원형자유에어블(FAB)이 대기 상태에서 형성되어 본딩이 이루어지는 반면, 구리 와이어의 경우는 구리의 특성인 산화방지를 위해 비활성 가스 주입이 필요하다. 비활성 가스의 주입에 문제가 있거나, 비활성 가스가 없는 경우, 구리 와이어 표면에 산화 막이 형성되어 원형자유에어블 형성을 방해하게 되며, 산화된 구리는 단단하게 되어, 본딩하기 어렵게 되며, 산화된 구리는 접촉 메탈 층 (Intermetallic layer)에 부식 크랙(Corrosion Crack) (<그림 10>)을 유발시킬 가능성이 높아지게 되므로 품질 신뢰성 위험이 존재한다. 또한, 구리의 경도(Hardness)가 금보다 1.7배 정도 높아 와이어 본딩시 금 보다 더 높은 본딩 힘을 적용해야 함으로, 본딩 패드아래의 금속 층에 손상을 유발할 가능성이 금 보다 높게 되며, 아울러, 와이어 본딩 패

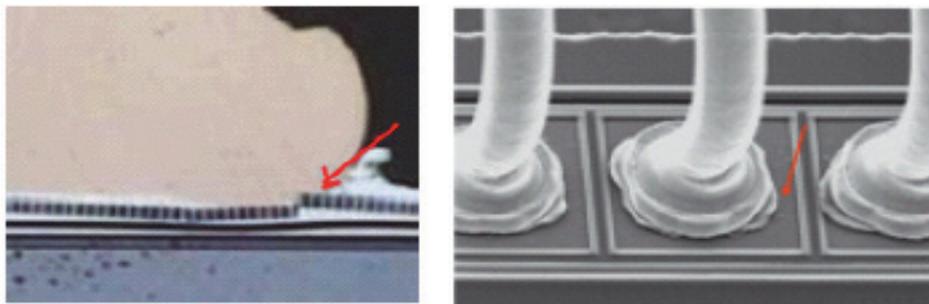
드 표면의 알루미늄이 본드패드(Bond Pad) 주변으로 과도하게 퍼져 나오는 문제가 발생하여 품질 신뢰성 문제가 발생할 수 있다.

둘째로, 와이어 본딩 불량에 대한 불량 분석을 진행할 경우, 구리 와이어의 경우, X-ray가 금 와이어보다 투과성이 높아 몰딩(Encapsulation) 후 엑스레이 장비를 통한 와이어 형상에 대한 확인이 불명확하게 된다. 문제 발생 시 화학물질을 이용해서 몰딩에 사용된 컴파운드를 제거해야 하는데 제거 과정에서 구리는 금 와이어보다 화학 용액에 쉽게 반응하여, 구리 와이어의 형태가 손실되어 불량 분석이 어렵게 되므로, 공정 문제 자재에 대한 불량 분석을 통한 공정 개선이 쉽지 않는 점이 있다. 고객의 품질 문제 발생 시 정해진 시간에 불량 분석을 통해 원하는 정보를 제공하지 못할 수 있는 서비스문제 발생



자료: R Korea 사 내부 자료

<그림 10> 구리 와이어 FAB 산화 및 IMC크랙



자료: R Korea 사 내부 자료

<그림 11> 본딩 파워/힘에 의한 Al splash 현상

가능성이 있어, 이런 부분에 대한 개선된 방법이나 장비가 개선 된 후 구리 와이어를 도입해야 한다”는 의견을 미팅에 참석한 임원진에 전달 하였다.

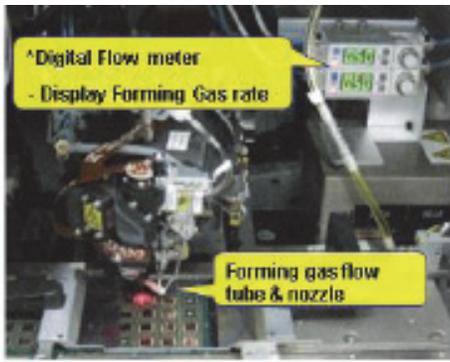
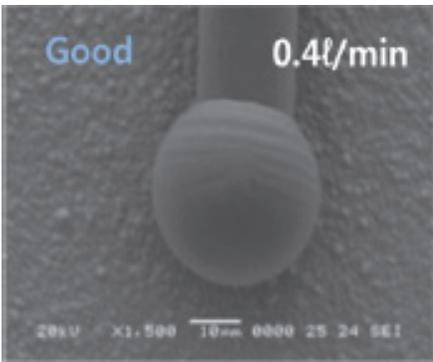
품질 담당 이 상무의 발표가 끝나자 기술 담당 김 이사가 이어 받아 답변을 시작 했다. “먼저 관심과 조언을 주신 이 상무께 감사의 말씀을 전하며, 품질 담당으로서 이 상무가 우려하는 바를 충분히 이해하고 있으며, 다음과 같은 방법으로 문제 사항을 개선할 수 있을 것으로 판단하고 있다”고 했다.

“구리 와이어 산화 방지는 질소가 주입된 진공 포장 상태에서 제조일로부터 6개월의 라이프타임(금 와이어의 경우 2년)을 설정하여 관리하고, 포장을 개봉하는 후에는 7일 이내에 사용하도록 제한을 함으로써, 구리 와이어의 표면 산화를 방지 할 수 있을 것으로 판단이 되며, 포장 개봉 후 용기에 날짜와 시간을 표시함으로써 산화에 대한 위험성을 최소화 할 수 있다”고 답변 했다. 그리고 “구리 와이어 본딩 원형자유에어블 형성 시 산화 방지와 안정적인 불 형성을 위해 N₂와 H₂ 가스가 혼합된 비활성 가스를 사용하는데, 비활성 가스의 분당 공급량(LPM: Liter Per Minute)에 따라 원형자유에어블 산화와 모양이 영향을 받는다는 것을 많은 실험을 통하여 확인하여 파라미터를 최적화 시켜 놓은 상태이고, 본딩 장비인 와이어 본딩에도 본딩 공정 중 발생할 수 있

는 산화를 최소화 하기 위해, 최적화된 비활성 가스 공급장치 키트(<그림 12>)을 개발하여 놓은 상태”라고 답변을 했다. 그리고, “구리 와이어의 경도가 금 와이어 보다 20~30% 높은 파라미터를 적용함으로써 발생할 수 있는 패드 손상 등에 대한 문제는 사전에 고객과의 의사소통을 통해 웨이퍼 특성(회로 폭 등)을 파악하여 신 디바이스 셋업(New Device Set Up) 단계에서 최적의 공정 파라미터를 찾아 등록하여 관리함으로써 문제를 해결할 수 있다. 또한 구리 와이어에 대한 디자인 룰을 설정하여, 새로운 디바이스로 구리 와이어 본딩패키징 할 때 참조하게 함으로써, 초기 검토 단계부터 안정적인 검토가 진행될 수 있도록 하면, 많은 문제를 사전에 검출하여 해결 할 수 있다”라고 답변을 했으며, 마지막으로, “불량 분석 관련해서는, 구리가 화학 제품에 약하므로, 레이저 장비를 통한 에칭 방법 등도 검토되고 있어 빠른 시간 내 불량 분석 관련 문제도 해결 될 수 있을 것으로 판단된다”고 품질담당 이 상무의 우려에 대한 답변을 마무리 했다.

6.5 시설 담당 부서

기술 담당 김 이사의 품질 및 신뢰성에 대한 추가 답변 이후, 시설 담당 오이사는 “R Korea사는 자체



자료: R Korea 사 내부 자료

<그림 12> 최적화된 FAB 및 비활성 가스 공급 키트

N_2 생산 시설을 보유하고 있어 N_2 생산을 위한 시설 투자는 없어도 구리 와이어 본딩이 가능하지만, H_2 를 혼합 하기 위한 혼합 설비와, 비활성 가스를 배달 하기 위한 배관 공사(혼합 설비에서 와이어 본딩까지)로 인한 초기 시설 투자비가 들어간다”고 했다. “금과 구리의 재료 비용만을 비교하면, QFN의 경우 구리가 금보다 60% 정도 절감되는 것으로 파악되었으나, 초기 시설투자비 증가로 인한 전체 절감액에 대한 정확한 재검토가 필요할 것이다”는 언급을 했다.

6.6 제조 담당 부서

제조 담당 박 상무도 원가 절감이 R Korea사의 당면 과제인 것에 대해서는 이 자리에 참석한 어느 누구도 부인할 수 없는 엄연한 사실임을 다시 한번 강조 하면서 제조 부서의 의견을 전달했다. “현재까지 원가절감의 중요성을 가장 심도 있게 느끼고, 진행해온 것이 비용을 유발하는 제조 부서이다. 따라서 제조그룹은 그 동안 유관 부서와 협력을 통하여, 수 많은 공정 개선, 불합리한 제도 개선 및 작업자 동선을 최소화 하고, 장비의 레이아웃을 변경하여, 인당 담당 장비 대수를 극대화 함으로써 패키징 비용의 주요 부분을 차지하는 직접 생산 인건비를 3% 정도 낮추어 원가 절감에 이바지 해오고 있는 상태이다. 하지만, 구리 와이어 도입 시 지난 번 라인에서 실험 진행 할 때 측정 해 본 결과, 구리 와이어 산화방지를 위해 자재 핸들링의 시간을 최소화해야 함으로 담당 사원이 작업 집중도가 증가하게 되어, 현재 금 와이어 보다 한 사람 당 담당할 수 있는 장비의수가 20%정도 감소할 것으로 예측되며, 장비당 시간당 패키징 갯수가 금에 비해 10%정도 감소되므로, 구리 와이어 본딩 도입에 따른 인건비 및 공정 비용의 원가 절감 효과가 어느 정도는 상쇄되는 결과가 발생될 것으로 파악된다”라고 언급했다. 또

한 “산화에 대한 철저한 관리를 하고, 와이어 본딩 상에 산화 방지 장치가 최적화 되어 설치된다고 해도 대량 생산을 적용하다 보면, 초기 예측보다 낮은 수율(기존 제품보다 0.5%정도 수율 하락이 예상 됨)이 발생 됨으로써 이에 대한 초기 원가 손실도 발생할 것으로 판단되므로 이 부분도 와이어 재질 변경에 대한 원가절감 부분에 포함되어 계산 되어야 한다”고 언급했다. “원재료 원가 하락으로 인한 장점을 배가 시키기 위한 방법으로 해외 공장인 필리핀, 중국, 타일랜드의 인건비 비율이 약 10% 정도 낮기 때문에, 해외 공장에서 중점적으로 구리 와이어를 도입하는 방향을 검토 하는 것도 원가절감과 기술 및 시장 선도자의 역할 두 가지를 만족시키는데 더욱 도움이 될 것 같다”는 의견을 전달 했다.

6.7 산업공학 담당 부서

구리 와이어 도입에 대한 유관 부서의 의견 발표가 마무리 되고, 원가 절감 효과성에 대한 우려에 답하기 위해 산업공학(Industrial Engineering) 담당 정 이사는 “중역회의에 앞서 제조, 시설 부문에서 구리 와이어 본딩 도입에 따른 원가 절감의 효과성에 대한 문의가 있어 계산해 본 결과 QFN의 경우 구리 와이어의 총 원가가 금 와이어에 비해 10~30% 정도 저렴한 것으로 계산 되었으며, 이는 인건비, 와이어 재료 비용, 시설 투자 비용, 혼합 가스 비용 및 와이어 본딩 틀 비용을 포함한 것이다. 하지만 품질 담당 이 상무가 우려하는 품질 실패 비용을 포함하는 품질비용의 경우 구리 와이어의 품질 수준이 어떠한지를 알 수 없어 원가 계산에 반영되지 않았으므로, 의사 결정에 고려 되어야 할 부분이다. 앞서 언급한 원가 절감 효과는 미국 유럽 등 선진국 시장 목표로 한 고급 제품의 경우 원가 절감 효과이며 동남아 및 중국 시장을 목표로 한 제품의 경우 원가 절감 효과는 이보다 낮다.” 라고 원가 부분에 대한 의

견을 발표 했다.

VII. 의사 결정 이슈

구리 와이어 도입에 대한 기술 담당 김 이사의 발표와 각 부문별 의견을 들은 김 사장은 최종적인 결정을 내려, 내년도 사업계획에 반영할 것인지 여부를 결정해야 했다. 그 동안 R Korea사가 R사 전체에서 기술 리더 역할을 해 오고 있으므로, 아직까지 구리 와이어가 섬세 패드 핏치에 적용하여 대량 생산을 적용 한 적이 없다고 하더라도 R Korea사의 기술력으로 문제 없이 대량 생산에 성공할 수 있을 것이라고 믿고 있었다. 하지만 초기 제품에서의 품질 문제 발생 시에 대한 고객 신뢰 하락, 추가 시설 투자비 및 한 사람 당 담당할 수 있는 장비의 수 감소에 따른 인건비 상승 등에 대한 관련 부서의 우려가 있는 부분을 무시하고 R Korea사에서 구리 와이어를 도입해야 할 지가 고민되었다. 또한 현재 주요 고객인, 품질에 대한 관심이 높은 미국과 유럽 고객군으로 이루어진 시장 보다는 상대적으로 저가 제품 생산을 위주로 하는 동남아와 중국 고객을 목표로 하여, 중국, 대만 공장이나 필리핀 공장에서 먼저 도입하여 적용해야 할 지가 고민되었다. 만약 중국, 대만 필리핀 공장에서 먼저 도입하여 적용할 경우, 기술적인 문제를 어떻게 해결해야 할지에 대한 고민이 되었다.

7.1 용어 정의

- 패키지 (Package): R사에서 생산하는 제품을 패키지라고 하며, 제품 군에 따라, PBGA, MLF, Flipchip, SOIC, PDIP, TQFP 등과 같이 분류할 수 있음.

- 패키징 (Packaging) : 반도체는 실리콘, 게르마늄, 갈륨 비소 등을 이용하여 만들게 되는데, 이를 소자로 사용하기 위해서는 금속선(wire) 등을 이용하여 연결 가능한 형태로 만들어야 하고, 외부의 먼지나 수분 등으로부터 소자를 보호하기 위한 보호장치가 필요함. 서브스트레이트(기판)에 칩(반도체 IC)을 붙여 연결하는 과정과 이를 보호하기 위한 몰딩 공정을 이용한 패키징 작업이 필요함.
- 웨이퍼범핑(Wafer Bumping): 패키징 공정 중 기판과 웨이퍼의 전기적 연결을 금속선(wire)을 사용하지 않고 웨이퍼에 솔더범프(Solder Bump)를 부착하여 기판과 전기적 연결이 되도록 하는 방법.
- 플립칩(flipchip): 전기적 연결을 금속선이 아닌 웨이퍼범프를 이용하는 패키지.
- 인접 메탈 층(IMC: Intermetallic layer): 와이어 본딩 시 금속 와이어(Wire)와 웨이퍼패드(Wafer Pad) 표면에서 본딩(Bonding)이 되면서 발생하는, 서로 다른 금속간의 상호 연결 층.
- 봉지/피막제거(Encapsulation/Decapsulation): 패키징 공정에서 웨이퍼를 보호하기 위해 에폭시(epoxy)로 구성된 EMC(Epoxy Mold Compound)를 이용하여 웨이퍼를 덮어 보호해 주게 되는데 이를 봉지(Encapsulation)라고 함. 불량 분석을 위해 화학약품을 이용해 EMC를 제거하는 작업을 피막제거(Decapsulation)라고 함.
- Select Qual B: R Korea사의 Qualification 단계로서, SQ B를 통과하면 양산을 할 수 단계임을 의미함.
- 섬세패드핏치(Fine Pad Pitch): 웨이퍼 표면의 본딩 패드 간의 거리가 일정거리 이내인 경우 섬세패드핏치 라고 함.

- MRT (Moisture Resistance Test): 패키징된 제품이 흡습에 얼마나 강한지를 테스트하는 신뢰성 방법.
- HTS (High Temperature Store): 패키징된 제품이 고온에서 얼마나 강한지를 테스트 하는 신뢰성 방법.
- EOL (End of Line): 신뢰성 테스트 시작 전 기준점.
- 부식크랙(Corrosion Crack): 와이어 본딩IMC 층에서 산화에 의해 발생하는 크랙. 제품의 신뢰성에 영향을 미치는 불량.
- 실리콘 다이(Silicon Die): 웨이퍼를 패키징을 통하여 개별 제품으로 만들기 위해 잘라서 하나의 유니트로 분리한 것.
- 원형자유에어볼(FAB: Free Air Ball): 와이어를 실리콘 다이에 부착하기 전에 스파크를 통하여 형성되는 둥그런 볼 모양.

Tidd, J., J. Bessant and K. Pavitt (2005), *Managing Innovation*. Wiley, Chichester.

Wheelwright, S. and K. Clark (1992), *Revolutionizing Product Development*. Free Press, New York.

참고문헌

- Christensen, C. M. (1997), *Innovator's Dilemma*. Harvard Business Press, Boston.
- Christensen, C. M. and M.E. Raynor(2003) , *The Innovator's Solution: Creating and Sustaining Successful Growth*. Harvard Business Press, Boston.
- Cooper, R. (2001), *Winning at New Products*. Kogan Page, London.
- Foster, R. (1986), *Innovation: The Attacker's Advantage*. Summit Books, New York.
- Teece, D. J., Pisano, G., and Shuen, A. (1997), "Dynamic Capabilities and Strategic Management," *Strategic Management Journal*, 18 (7), 509-533.

Decision Making on Application of new Technology on Manufacturing- the case of Semiconductor Packaging

Taeseon Jang* · SunJin Son** · Chaisung Lim*** · Kwangsoo Kim****

Abstract

R Korea, a subsidiary of R multinational company, has developed low cost copper wire bonding technology in order to substitute the gold wire bonding technology, for strengthening the cost competitiveness of R in the world competition. The performance of the copper wire bonding technology does not reveal innovatively high performance. The main market customers, in advanced countries, are less likely to adopt the packaged semiconductors through copper wire bonding than the peripheral market customers in South East Asia and China. Therefore the divisions ranging from R&D to manufacturing show conflicting opinions on applying the technology into the manufacturing process. The case offers opportunity to learn relevant issues on decision making on whether the firm should make strategic decision to accept the new technology from its expectations on future progress of technology and decision making through reviewing various opinions of the divisions. Students can learn the issues in technology innovation management strategy and technology innovation process management for integrating various opinions of the divisions.

Key Words: semiconductor, technology development, technology strategy, management of technology innovation process, barriers of communication between organization

* Deputy Head of Department, Amkor Technology Korea

** Director, Amkor Technology Korea

*** Professor, Konkuk University, Corresponding author

**** Professor, Konkuk University

〈Teaching Note〉

신기술의 제조 적용 여부 의사결정-반도체 패키징 사례

Synopsis

R Korea사는 다국적 반도체 패키징 업체의 한국 자회사이다. R사는 2003년까지 세계 시장 점유율 1위인 업체이었으나, 최근에 시장 점유율에서 경쟁 기업에 밀리게 된 상황이다. 이를 만회하는데 기여할 목적으로 R. Korea사는 기존의 고가의 금 와이어 본딩 반도체 패키징 기술을 대체할 구리 와이어 본딩 패키징 기술을 개발하게 되었다. 기술적 타당성도 모두 입증된 상태에 있고 잠재적 기술 위협에 대해서 확인이 완료된 상태이다. 본 사례 회사는 제조 단계에서 이 패키징 기술을 적용해야 할지 여부를 결정해야 하는 상황에 직면해 있다. 이 사례의 의사결정 문제는 신기술의 제조 적용 여부에 대한 전략적 의사결정 이슈뿐만 아니라, 기술혁신 프로세스상의 통합 이슈와도 관련되어 있다.

기술 개발 결과는 모든 관련 부서가 채택을 동의할 정도로 높은 성과를 보여주고 있지 않다. 개발 부서는 기술적 위협에 대해 충분히 해결할 수 있으며 문제가 되지 않는다는 입장인 반면, 제조 부서는 제조 과정에서 문제가 발생할 수 있는 점에 주목하고 반대하는 입장에 선다. 다른 부서도 다양한 의견을 개진한다. 부서간의 동의가 이루어지지 않은 상태에서 이 프로젝트를 중단할지/계속할지를 결정해야 한다.

본 사례는 다음과 같은 사항에 대해 학습할 기회를 제공한다. 첫째 전략적 의사결정 이슈를 학습할

기회를 제공한다. 즉 관련 부서가 모두 합의에 이를 만큼 단기적으로 높은 수익성을 창출할 프로젝트는 아닐 경우 장기적으로는 회사의 경쟁력을 강화할 수 있는 프로젝트인지를 검토하고 제조 적용에 대한 전략적 의사결정에 대한 판단을 내리는 것에 대한 사항을 학습할 수 있다. 둘째 기술혁신 과정과 관련된 다양한 부서의 입장을 이해하고 통합하는 관점에서 내릴 수 있는 의사결정 이슈에 관한 내용을 학습할 수 있다.

본 사례는 의사결정의 복잡함을 이해하고 이슈를 토론할 수 있도록 2007년 실제 이사회 회의 상황에 서의 회의 내용을 중심으로 구성되어 있다. 특히 기술혁신경영 의사결정에 필요한 기술적인 상세 내용을 제공하여 범부서적인 의사결정에 필요한 기초적인 기술적인 상세 내용에 대해서도 학습할 수 있도록 하였다.

Teaching points

본 사례는 원가 경쟁력을 강화할 수 있는 신 개발 기술의 제조 적용 여부 의사결정 사례를 통해 혁신적 신제품 기술 개발 프로젝트에 대한 전략적 의사결정과 부서간 조정 및 통합 이슈를 학습하도록 한다.

본 사례가 기술 개발 관련한 경영적 의사결정을 다루기 때문에 먼저 개발 중인 기술이 기존 기술과 어떻게 다른지 개발 프로젝트의 성격이 무엇인지에

대해 논의를 할 필요가 있다. 이러한 논의를 통해 기술 개발과 경영 이슈를 연결할 수 있는 단초를 마련할 수 있다. 기술 개발 프로젝트가 기존 기술의 미소한 변화를 통한 기존 시장 및 기존 기술의 큰 변화가 없는 일상적인 기술 변화인지, 시장 및 기술 면에서 기존과 다르고 위험성이 큰 변화인지 구분할 수 있게 함으로써 논의할 의사결정 이슈의 경영적 함의에 대해 정리하도록 한다. 특히 학생들이 사례에 제시한 기술적인 내용을 상세한 수준까지 학습하였는지를 점검하도록 한다. 기술 개발 프로젝트의 의사결정에 있어 경영자가 의사결정에 필요한, 엔지니어가 경영자에게 전달하고자 하는, 기술적인 상세 내용을 이해하는 것이 중요하기 때문이다.

이후에 '의사결정에 있어서의 부서장의 이견의 내용은 무엇인가?' '의사결정과 관련하여 고려해야 할 전략적인 우선 순위와 관련하여 고려해야 할 사항은 무엇인가?' 등에 대한 논의를 바탕으로 부서별 의사결정의 차이, 프로젝트 차원에서의 의사결정과 전략적 의사결정의 차이 이슈에 대해 논의하게 한다.

Assignment questions

- 구리 와이어 본딩 기술 프로젝트의 성격은 무엇인가? 기존 금 와이어 본딩 기술과의 차이점, 기술 라이프 사이클 및 프로젝트 포트폴리오에서의 위치 측면에서 논하시오.
- 구리 와이어 본딩 기술 프로젝트는 R사에서 강조하고 있는 전략적 우선 순위와 부합하는 프로젝트인가?
- 구리 와이어 본딩 기술은 R사의 주 시장용 제조에 적용하는 것이 바람직한가? 주변부 시장

용 제조에 적용하는 것이 바람직한가?

- 금 와이어 본딩 기술을 계속 제조에 적용하는 경우와 구리 와이어 본딩 기술을 제조에 적용하는 경우에 있어 단기 장기적으로 기업에 돌아오는 혜택의 차이점은?
- 구리 와이어 본딩 도입 시에 발생할 수 있는 문제점에 대한 부서간의 이견 차이에 대해 여러분이 R Korea 사장이라면 어떠한 입장을 갖겠는가? 그 이유는?

Analysis

세계 시장 점유율 2위인 R Korea 사가 원가 경쟁력을 강화하기 위해 개발한 구리 와이어 본딩 기술의 제조단계 진입 여부 의사결정 이슈에 대한 기본 사항을 이해를 할 필요가 있다. 먼저 기술의 특성에 대한 이해를 하되 기술 프로젝트가 기업 프로젝트 포트폴리오에서 차지하는 위치를 파악할 필요가 있다.

1. 구리 와이어 본딩 기술 프로젝트의 성격

기술에 대한 이해를 돕기 위해 기술적인 면에서 구리 와이어 본딩 기술과 금 와이어 본딩 기술과의 차이점에 대해 질문하고 이에 대해 정리하도록 한다. 논의 과정에서 신기술이 기존 기술에 비해 다른 정도, 기술 라이프사이클에서의 단계, 구리 와이어 본딩 개발 프로젝트의 성격 등을 정리하도록 한다. 두 와이어 본딩 기술의 차이점은 아래와 같이 정리될 수 있다.

또한 구리 와이어 본딩의 세계 기술 라이프사이클

구리 와이어	금 와이어
<ul style="list-style-type: none"> - 전기적인 특성이나 열 전도성 측면에서 금 보다 더 나은 성능을 얻을 수 있음 - 산화에 취약함. - 확실한 산화 방지 방법 개발하고 와이어 본딩 파라미터 최적화를 할 수 있다면 금 와이어와 동일한 성능을 보여줄 수 있음 - 구리 와이어의 경우, X-ray가 금 와이어보다 투과성이 높아 몰딩(encapsulation) 후 엑스레이 장비를 통한 와이어 형상에 대한 확인이 불명확하게 되어 불량 분석이 어렵게 됨 	<ul style="list-style-type: none"> - 높은 성능 신뢰성: 구리에 비해 부식 크랙 유발 가능성 낮음. 본딩 패드 아래 금속층 손상 유발 가능성 낮음 - 불량 분석이 보다 더 용이 (엑스레이 장비를 통한 불량 분석 용이)

상에서의 위치에 대해 질문하여 정리하도록 한다. 구리 와이어 본딩은 현재 세계적으로 볼 때 적용 초기 단계로써 작은 규모의 저가 시장에 적용되고 있으며 R사의 제품군에는 적용하고 있는 기업이 없다. 따라서 RKorea 사 제품 생산 군에 개발된 기술은 세계 최초로 개발된 것으로써 R Korea 사의 구리 와이어 본딩 개발은 그 만큼 위험성이 큰 개발 프로젝트인 것이다.

현재의 개발 단계를 확인함으로써 혁신 프로세스의 어디에서 의사결정 이슈가 제기되고 있는지 정리하도록 한다. 신기술 개발 단계는 신제품 개발 과정에서 연구개발 부서에서 신기술을 바탕으로 한 신제품을 만들었고 테스트도 완료되었는바 제조 단계에 진입하기 직전의 단계에 있다.

학생들이 프로젝트의 유형, 즉 급진적(breakthrough), 플랫폼(platform), 파생적(derivative) 프로젝트 개념과 관련하여 이 프로젝트는 어디에 해당하는지를 정리할 수 있도록 한다. 플랫폼 프로젝트라고 할 수 있는 현재의 프로젝트는 파생적 프로젝트라고 보기에는 위험성이 높고, 시장에 미치는 영향도 큰 프로젝트이다. 따라서 플랫폼에 가까운 프로젝트라고 할 수 있다. 이러한 프로젝트는 회사 전체에 미치는 영향력이 있는 프로젝트로 전략적인 고려를 해야 할 필요성이 큰 프로젝트임을 정리한다.

2. 회사의 경쟁 환경, 전략적 우선 순위와 신제품 개발 프로젝트

회사의 경쟁 환경, 전략적 우선 순위와 신제품 개발 프로젝트 성격과의 부합성 여부에 대한 질문을 통해 경쟁 환경을 분석하고 현재 이 기업은 원가 절감 제품 개발에 전략적 우선 순위를 기존 보다 강조하게 된 기업임을 논의하도록 한다. 현재 경쟁 환경과 관련하여 보면, 선두 시장 점유율을 차지하였던 R사는 2003년 원가 경쟁력이 높은 경쟁사에게 시장 점유율을 내어 주었는바 다시 마켓 리더의 자리를 되찾기 위해서 원가 경쟁력의 강화를 강조하고 있는 상황이다. 이 기업의 주요 시장은 미국, 유럽 등의 고객으로 구성되고 있으며, 미국과 유럽의 고객은 전통적으로 품질을 우선시하는 고객으로 구성되어 있고 경쟁사의 경우는 상대적으로 저가인 아시아 시장의 비중이 높은 기업이다. 따라서 RKorea사는 경쟁사에 비해 품질을 강조하는 기업이나 최근에 원가 절감의 중요성을 강조하게 된 것으로 정리할 수 있다.

R Korea사는 R사의 자회사 가운데 가장 앞선 기술력을 갖고 있는 자회사이다. R Korea사는 기존 제품의 원가 경쟁력 하락으로, 해외 공장으로 제품을 이전해야 할지 고민하고 있는 상황이다. 그 이유는 제품의 주요 원재료인 금의 가격 상승으로 원가

부담이 증가하고 있어, 이에 따른 수익성이 떨어지는 상황이기 때문이다. 한국 공장의 인건비는 다른 외국 공장에 비해 높기 때문에 외국으로 공장을 옮기거나 한국에서의 원가 경쟁력을 제고해야 할 필요성이 큰 상황이다. 구리 와이어 본딩 개발 제품의 생산은 한국 공장의 후보 공정인 상황임을 정리하도록 한다.

3. 의사결정 이슈 분석

신제품 개발 프로젝트가 제조 단계에 들어설 때 직면하는, 범 부서간의 의사소통의 이슈를 이해하고, 신제품 개발 프로젝트에서 존재하는 장단기적인 혜택의 차이가 존재하는 상황에서 의사결정 이슈를 이해하고 분석하도록 한다.

학생들로 하여금 구리 와이어 본딩 채택/거부(금 와이어 본딩 유지)의 대안에 대해 투표를 하게 한다. 경우에 따라서는 학생들이 구리 와이어 본딩 외에 추가적인 대안을 제시하는 경우가 있다. 예를 들어 학생들이 구리 와이어 본딩을 지금 채택하지 않고 일정 기간 더 검토 한 후 채택 여부를 결정하자는 견해가 개진될 수도 있다. 이러한 의견이 개진 될 경우 일정 기간 더 검토할 경우 타이밍을 놓쳐 경쟁사에 비해 경쟁 우위 확보 가능성 놓칠 가능성이 없는지에 대한 논의를 전개 한 후 타이밍 이슈까지 고려하여 의사결정을 미루기 보다는 채택/거부의 의사결정을 내려야 하는 것으로 정리할 필요가 있다. 학생들의 의견 가운데 R Korea사가 구리 와이어 본딩 제조를 필리핀이나 다른 공장에서 제조하도록 하게 하는 의사결정을 내릴 수 있는지 문의하는 경우가 있다. 구리 와이어 본딩 제조를 필리핀 공장 등에서 하도록 결정하는 것은 R Korea사보다는 본사의 의사결정 영역이다. 따라서 이는 R Korea사는 본사에 건의하는 의사결정을 내릴 수 있다.

아래는 채택/거부의 대안에 대해 논의 할 수 있는

내용을 정리한 것이다. 상황에 따라 구리 와이어 본딩 혹은 금 와이어 본딩 의사결정을 공장 배치(어느 나라에 배치할 것인지)에 대한 의사 결정과 결합하여 토론케 할 수도 있다. 구리 와이어 본딩 선택/거부에 대해 장단점을 정리하자면 다음 표와 같다.

이러한 두가지 접근에 대한 토론을 통해 부서별 이견과 관련하여 토론이 이루어질 필요성이 있으며 특히 기술 및 시장 위험성에 대한 사항을 정리하도록 한다. 또한 장기 단기적인 혜택 면에서 두가지 대안의 차이점을 정리하도록 한다.

현재 의사결정은 연구개발 단계에서 개발된 기술을 제조 단계에 적용하는 의사결정에 관한 것이다. 현재의 주 시장이 품질 우위의 선진국 시장이고 저가의 시장은 주변부적인 시장이다. R Korea사의 최고 경영자 입장에서는 제조 담당 부서에서의 신기술에 대한 부정적인 반응을 고려하면 더욱이 구리 와이어 본딩 제품을 택하기는 어렵다. 신기술이 안정되지 않은 상태(제조 부서가 보는 견해; 연구개발 부서는 다른 견해를 갖고 있다)에서 제조단계로 진입하게 되면 낮은 품질에 대한 책임을 제조 부서가 질 수 밖에 없게 되고 이는 제조 부서가 커다란 위험을 떠 안는 문제가 발생할 수 있다. 현재 개발된 신제품은 원가경쟁력을 높이는 기술이기는 하나 단기적인 원가 절감 효과가 높지 않다. 즉 가장 원가 절감 효과가 높은 R Korea사 생산 고가 제품의 경우에는 품질 신뢰성 문제 때문에 적용이 어렵고 효과가 저가 제품의 경우에는 적용 가능성이 높으나 워낙 절감 효과는 고가 제품에 비해 떨어진다. 그러나 현재 기술이 안정화되지 않아 제조 과정에서 품질 신뢰성을 잃을 가능성이 높아 주문 받아 제공하는 제품의 낮은 성능으로 기존 시장을 잃을 가능성이 높은 점까지 고려하면 현재의 대안은 단기적인 매력도가 높지 않다.

그럼에도 R Korea사가 구리 와이어 본딩의 대안을 선택한다면 이는 신기술에 대한 위험을 감수하고

	구리 와이어 본딩 선택	구리 와이어 본딩 거부
장점	<ul style="list-style-type: none"> - 원자재 가격이 오르기 때문 - 비용적인 면 10-30% 절감 효과 - 초기기술이기 때문에 신기술의 문제가 있다고 하더라도 고객의 수용 가능성이 비교적 높음 - 선도기술리더로서의 위치 확보 - 경쟁사 대비 타이밍 문제: 경쟁사가진입할 것에 대비 	<ul style="list-style-type: none"> - 품질 리스크 낮음. 구리 와이어로 전환함에 따른 높은 위험으로 오히려 기존 시장마저 잠식당할 수 있음 - 고객사 입장에서 구리 와이어 채택할 인센티브 낮음: 고객은 품질에 민감한데 입증되지 않는 제품을 구입하려 하지 않을 것 - 빠른 추격자(fast follower) 전략이 더 좋음: 국제적으로 기술이 안정화될 때까지 기다려야. 외국에서 구리 와이어 본딩 개발하면 빠르게 추격하면 됨 - 주주에게 위험성 설득 필요성 낮음 - 수익성이 단기적으로 보아 급속히 나빠질 가능성 없음 : 안정적 - 현재 까지 보았을 때 구리 와이어 본딩 기술은 충분히 신뢰성을 주기에 적합하지 않으므로 금 와이어 본딩을 고수하는 것이 합리적
단점	<ul style="list-style-type: none"> - 기술신뢰도 떨어짐 - 비용절감 효과 상쇄: 산화방지시설투자비용 추가, 혼합공정설비 및 비활성가스 배관공사, 인당 장비대수 증가로 추가 비용 발생, 추가기술개발 비용 - 기존 시장 잠식 효과 - 구리 와이어 본딩 제품에 대한 시장 확보 가능성 예상 어려움: 고객사 입장에서 품질 입증되지 않은 것 채택 어려움 - 시장 신뢰도 잃을 가능성 : 품질 리스크 때문 - 단위 제품에 대한 가격 하락으로 전체 매출액 수준 감소 - 제조, 품질 부서의 반대 - 주주 위험성 설득에 부담 	<ul style="list-style-type: none"> - 경쟁사가 구리 와이어 본딩으로 선도적 위치 확보하여 원가 경쟁력 선도적으로 확보 가능성 대비 못함 - 현재 원가 경쟁력 강화를 위한 대안을 못 내놓은 문제: 주주 설득에 문제 있을 수 있음 - 금 가격 지속적 상승

사장이 추진하는 경우이다. 이는 단기적인 수익성의 희생이 요구될 수도 있는 신기술에 대해 전략적인 선택을 하는 입장에서 의사결정이 내려진 것이다.

이러한 전략적인 의사결정은 금 와이어 본딩을 고집하는 것이 경쟁사와의 경쟁에서 위험에 처할 수 있고 장기적인 원가 경쟁력에 바람직하다는 입장에서 추진될 수 있다. 경쟁사가 구리 와이어 본딩을 바탕으로 가격 경쟁력을 강화하면 R 사 입장에서 시장 구도에서 더욱 불리해 질 수 있다. 즉 경쟁사는 저가 시장에서 강세이기 때문에 경쟁사가 저가 시장에서 구리 와이어 본딩을 통한 원가 경쟁력을 강화하고 축적된 구리 와이어 본딩 기술을 바탕으로 고가 시

장에까지 진입할 경우 R 사의 경쟁력은 더욱 악화될 수 있다. 그러나 현재 경쟁사가 어느 정도 기술을 진척했는지 R사가 1-2년 후에 진입해도 늦지 않는 의사결정일지는 현재 확인할 수 있는 정보는 없다. R Korea 사장이 만약 구리 와이어 본딩 기술을 R사 전체의 원가 경쟁력을 제고할 수 있는 주요 기술로 판단할 경우 구리 와이어 본딩 프로젝트를 저가시장에 한해 제조 단계에 진입하게 하면서 저가 시장을 확대하는 전략을 추진하는 것을 R사 본사에 건의할 수도 있다. 우선 주류 시장에 요구되는 섬세 핏치(fine pitch)제품에 구리 와이어 본딩 기술을 도입할 경우에는, 기존 금 와이어 본딩에 비해 높은 기술

력을 요할 만큼 기술 리스크가 높다. 섬세 핏치 제품이란 와이어 본딩 간격이 좁은 제품으로 높은 와이어 본딩 기술력이 요구 되는 제품을 말한다. 반면 저가의 굵은 핏치(large pitch) 제품 군의 경우는 기술 리스크가 낮다. 이 부분에 먼저 적용을 하여 지식을 축적하여 섬세 핏치 제품으로 이동하는 전략을 도입한다면 새로운 제품 개발로 인한 초기 리스크를 낮출 수 있다. 저가 시장 제품은 주로 필리핀, 동남아, 중국 공장에서 생산된다. 이들 공장에서 생산되는 제품은 한국에서 생산되는 섬세 핏치 제품과 달리, 기술력이 덜 요구되는 굵은 핏치 제품 군이다. 따라서 먼저 이들 공장에서 먼저 적용을 하여 노하우 축적을 통하여 섬세 핏치로 이동하는 전략을 도입해야 새로운 제품 개발로 인한 초기 위험을 낮출 수 있다. 이러한 전략 제안은 본사 차원에서 경쟁사와의 경쟁 구도하에서 구리 와이어 본딩 기술의 전략적 가치를 인정할 때 수용될 수 있는 것이다. 즉 경쟁사가 구리 와이어 본딩을 먼저 도입하여 R사의 경쟁력이 하락하는 상황의 발생을 막기 위해 그리고 장기적인 원가경쟁력 제고를 위해, 구리 와이어 본딩을 제조에 적용하고 적용에 따른 단기적인 수익성이 악화를 전략적으로 감내하는 의사결정을 하는 것이다. R Korea 사장이 본사에 이와 같은 제안을 하는 것은 본사 차원에서 고려할 만한 가치가 있는 사항을 제기하는 의의가 있지만 사장이 직면하는 문제는 다음과 같은 문제이다. 즉 원래 구리 와이어 본딩 기술은 R Korea사 생산 제품의 원가 경쟁력을 제고하기 위해 개발한 것이다. 그런데 이에 대한 문제는 해결하지 못한 채로 본사에 R Korea사에서 개발한 기술을 타 지역 자회사에 적용을 요구하고 나중에 해당 기술이 발전하면 R Korea사에 적용하겠다고 하는 입장을 본사에 전달하게 된다. R Korea 사장은 한국 공장에서의 문제도 해결 못한 상태에서 본사의 전략적 결정을 의뢰하는 것이 됨으로 이는 상대적으로 R Korea 사장의 입지를 좁히는 것이 된다.