



# RFID 태그 제조공정과 저가격 방안

## Low Cost RFID Tag Process

이 종 현 / 서울산업대학교 신소재공학과

### 1. 서론

현재 광범위하게 연구되고 있는 RFID 기술이 가까운 미래에 우리 생활의 전반에 영향을 미치게 될 것이라는 예상에는 이론의 여지가 없다. 예를 들면, 각종 물류 관리를 위한 포장에서부터 냉장고 속에 들어있는 음식물의 유통기간 안내까지 RFID 기술의 응용 분야는 실로 무궁무진하다.

Gartner에서 발표된 자료에 따르면 2008년 전세계의 RFID 시장의 규모는 12억 달러에 달할 것으로 예측되는데, 이는 지난해에 비해 31% 가량 상승한 수치로 RFID 산업의 폭발적인 성장률을 잘 보여주고 있다.

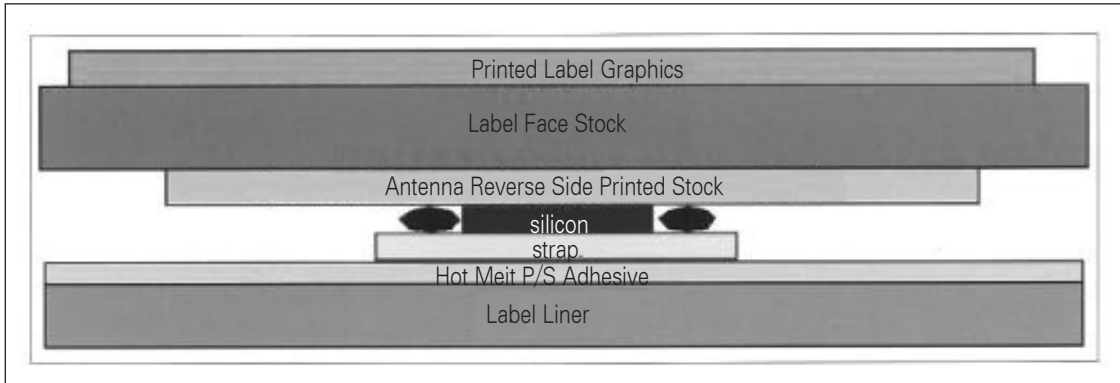
그러나 연평균 성장률은 약 24% 정도로 보고되고 있는데, 이는 과거에 40%에 육박하는 연평균 성장률 예측치가 제시된 것에 비하면 그 성장률이 기대에 미치지 못한다고 말할 수 있다. 이러한 원인으로는 엔드 유저들의 기술 및 솔루션이 미성숙한 원인 등 여러 가지 원인을 들 수 있으나, 그 중에서도 하드웨어 비용에의 압박, 특히 tag 가격의 압박을 받고 있어 아직까

지 보다 많은 응용 분야에 적용되지 못하고 있는 원인이 가장 크다고 할 수 있을 것이다.

최근 지식경제부 산하 기술표준원에서 발표한 RFID 확산을 위한 기술 표준을 살펴보면 tag의 가격을 100~200원 수준으로 제시하고 있는데, 이는 UHF 900MHz 대역 tag를 10만~100만 장 가량의 대량 주문할 경우를 가정하여 현재 국내에서 구현 가능한 가격대인 150~200원 수준과 앞으로의 기술 발전을 반영한 수치로 판단된다.

국내의 여러 전문가들의 견해와 일본에서 수행되고 있는 히비키(HIBIKI) 프로젝트의 보도를 통해 볼 때, 궁극적으로 미래의 tag 가격은 50원 수준까지도 떨어질 수 있을 것으로 예측되고 있다. 이와 같은 tag 가격의 하락은 tag에 사용되는 chip 및 기타 재료의 저가격화와 안테나 제조 및 tag의 조립 또는 패키징(packaging) 공정의 개선으로 이루어질 것이므로 본 고에서 안테나 패턴의 제조 및 tag의 조립 공정을 중심으로 RFID tag의 제조공정을 살펴보고 각 단계에서 최근 수행되고 있는 다양한 저가격화 아이디어에 대해 소개하고자 한다.

[그림 1] RFID tag의 일반적인 구조



## 2. RFID tag 구조

[그림 1]은 일반적인 RFID tag의 구조를 보여 준다. Si chip은 일반적으로 ACP(Anisotropic Conductive Paste, 비등방 전도성 접착 페이스트)라는 전도성 접합물질을 사용하여 strap이라는 interposer부에 부착되고 이 strap은 다시 ICP(Isotropic Conductive Paste, 등방 전도성 접착 페이스트)라는 전도성 접합물질을 사용하여 안테나 상에 실장(mounting)된다. 이 strap, Si chip, 안테나 부분을 통합해서는 inlay라고 부르고 있다.

안테나 패턴은 종이와 같은 인쇄 가능한 재질

에 lamination되고, strap 부분 역시 종이와 같은 인쇄 가능한 재질과 접착제를 통하여 접합되게 된다.

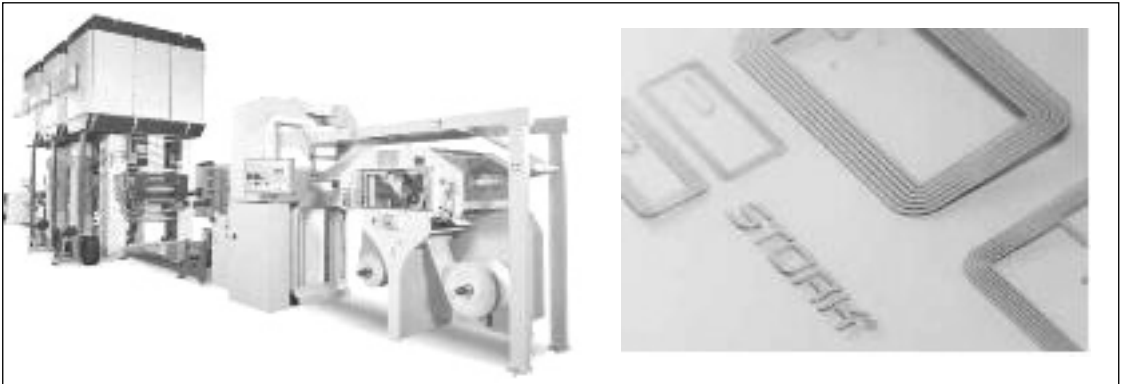
이상의 구조에서 알 수 있듯이 재료 측면에서 저가격화의 핵심은 chip 및 안테나 패턴을 저가격으로 구현하는 것과 이를 전기적으로 통전, 접합시키는 접합 소재를 저가격화 하는 것, 그리고 다양한 접합공정의 tag 당 가격을 저가격화 하는 것으로 요약될 수 있다. 그리고 보다 상위의 개념으로 이상과 같은 tag 제작의 전 공정을 roll to roll 또는 reel to reel의 의미를 가지는 R2R 공정으로 가져가야만 고속 및 대량생산에 따른 가격경쟁력을 확보하게 된다.

[표 1] RFID tag용 안테나 패턴 소재 특성 비교

구분	Conductive Ink	Nano Ag Ink	Etched Cu/Al
Volume resistivity (micro ohm-cm)	6-15	30-50	1.7/2.8
Sheet resistivity (miliohm/sq./25microns)	2.5-6	12-20	0.7
Cure temp. (°C)	120-175	125-150	N/A



[그림 2] 로터리 스크린 프린팅 장비와 로터리 스크린 프린팅 공정으로 인쇄된 안테나 패턴



### 3. RFID tag 안테나 인쇄기술

RFID tag 제조 산업의 동향을 볼 때 그 제조 가격의 하락은 필연적으로 대량 생산 공정에 의존하게 된다. 따라서 안테나의 제조와 관련하여 기존에 보고되고 있는 다양한 batch 공정은 실제 양산 측면에서는 거의 의미가 없다.

현재 RFID tag의 실질적인 대량 생산 공정은 R2R 공정을 통해 구현되고 있으나, 기술적인 노하우에 대한 관련 보고는 매우 제한적인 상황이다.

아직까지 대부분의 경우에서 안테나 패턴의 소재로는 구리(Cu)를 사용하고 있는데, 이는 전통적인 PCB(Printed Circuit Board) 산업의 제조 공정을 그대로 차용해 왔기 때문이다.

즉, PCB의 제조 공정과 같이 안테나 패턴의 제조 공정도 Cu foil의 lamination과 etching 공정과 관련된 많은 세부 공정을 포함하기 때문에 기본적으로 제조 시간이 길고, 대량 생산을 위한 R2R 공정을 기획하는 상황에서 초기 장비 투자비 등이 매우 커질 수밖에 없다.

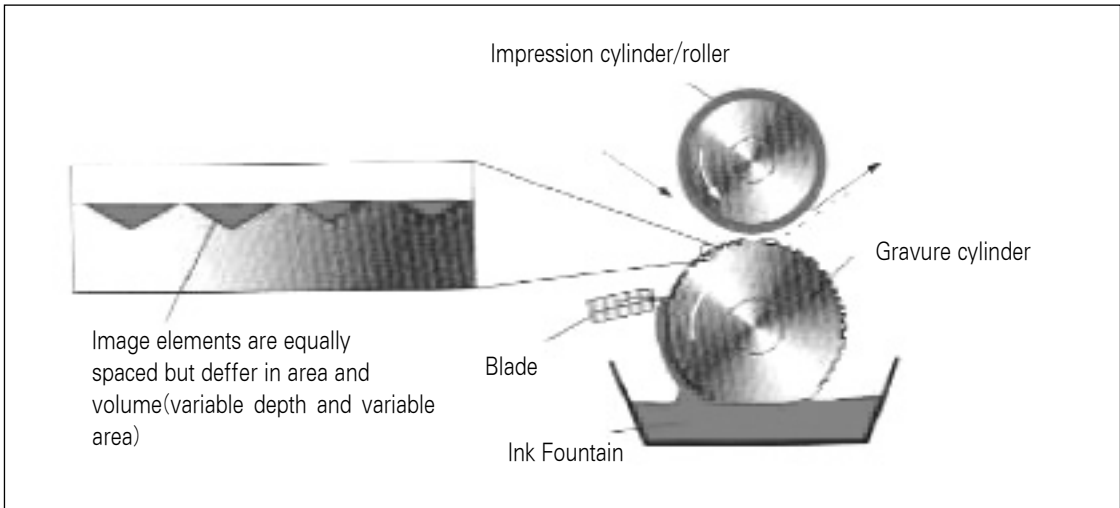
아울러 etching 공정과 관련된 환경오염 문제 역시 제조업자들의 고민을 증가시키는 중요 요인이다.

요컨대 이와 같이 동박을 녹여서 버려야 하는 subtractive 공법은 제조 단가를 낮추는데 있어 한계를 가질 수 밖에 없다. 동박의 lamination은 대개 PET(polyethyleneterephthalate) 필름과 같은 web 재질을 사용하여 이루어지는데, 접착제를 사용하거나 열간 압착법으로 접착되며, 접착력을 향상시키기 위하여 일반적으로 PET 표면은 특수 처리된다.

최근에는 금속 소재의 가격을 조금이라도 절감시키기 위해 일부 업체를 중심으로 알루미늄(Al) 소재의 안테나 패턴을 적용하고 있으나, 이는 제조 기술적으로 Cu 보다 높은 난이도를 가지며, 안테나의 성능의 감소도 일부 감수해야 한다.

이러한 전통적인 금속 안테나 패턴의 제조법에 비하여 인쇄를 통한 additive 공법은 페이스트(paste) 또는 전도성 잉크(ink)를 적용함으로써 단 한번의 인쇄 및 건조 공정으로 안테나 패

[그림 3] 그라비아 롤의 표면 형상 및 그라비아 인쇄 공정 모식도



턴을 형성할 수 있다는 점에서 매우 매력적이며, 이러한 단순 공정은 안테나 패턴 인쇄와 관련된 R2R 공정 장비의 종류를 단일화시킨다는 점에서도 매우 유리한 조건을 제시하는 방안이라고 할 수 있다.

현재 산업적으로 시도되고 있는 대표적인 R2R 안테나 제조 공정인 페이스트 또는 전도성 잉크의 인쇄 공정에 대해 살펴보면 다음과 같다. 안테나 패턴을 만드는 전도성 재료는 Ag flake와 반응성 금속 유기물(reactive metal organic)이 함유된 고분자 결합제(polymer binder)의 페이스트 타입으로 제작되거나, 나노(nano) 크기의 Ag 입자를 포함하고 있는 잉크 타입으로 제작되고 있다.

전자의 경우 스크린 프린팅(screen printing) 인쇄 후 소성 시 고분자의 부피가 수축하면서 Ag flake가 서로 접촉, 결합하면서 전도성을 나타내게 되는데, 반응성 금속 유기물이 첨가될

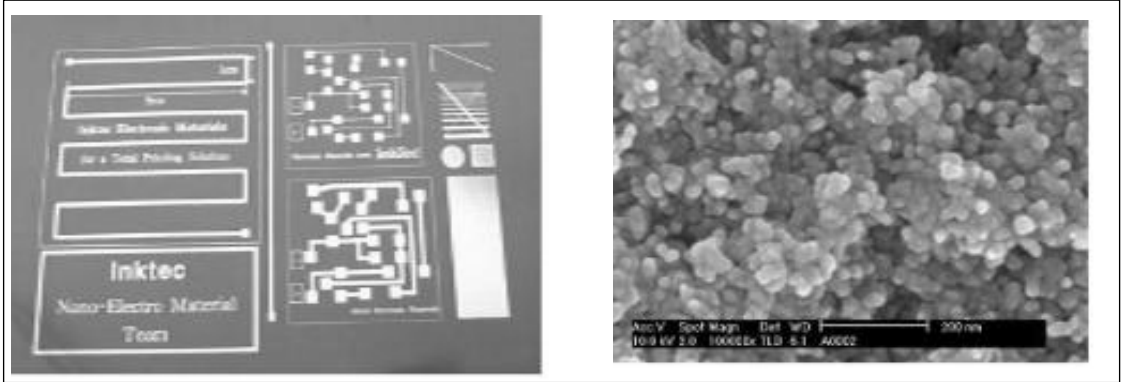
경우에는 이들이 소성 시 Ag flake 사이에 위치하게 되면서 약 3배 정도의 전기 전도도 향상을 야기시킴으로써 개선된 tag의 성능을 얻을 수 있다.

최근에는 나노 Ag 잉크의 적용에 대한 관심이 폭발적으로 증가하고 있는데, 잉크로서 나노 Ag 잉크가 갖추어야 할 여러 특성들은 매달 개선되고 있지만, 아직까지 기존 금속박을 대체하기에는 전기전도도 및 재료의 원가 측면에서 보다 큰 개선이 요구된다. 이상의 안테나 소재의 특성을 정리하면 [표 1]과 같다.

안테나 패턴의 연속 제조 공정으로는 평면(flat) 스크린 프린팅, 로터리(rotary) 스크린 프린팅[그림 2], 플렉소(flex) 인쇄, 그라비아(gravure) 인쇄[그림 3], 잉크 젯팅(jetting)[그림 4] 등 매우 다양하지만, 그 속도를 최적으로 유지해야 유리하다는 측면에서 최근 그라비아 인쇄 공정의 적용이 가장 관심을 받고 있다[그림



[그림 4] PET 필름 상에 ink jetting법으로 인쇄된 안테나 패턴 예와 나노 Ag 잉크 전자현미경 이미지



5). 그라비아 인쇄의 속도는 100~500ft/min 이상으로 알려져 있는데, 이러한 인쇄 속도는 곧 tag 제조 가격 하락과 직접적으로 연관되게 된다.

[그림 3]은 그라비아 인쇄 공정을 모식적으로 보여주고 있다. 그라비아 실린더 또는 롤의 표면은 음각으로 조각되게 되는데, 이 롤이 잉크 저장부로부터 잉크를 머금게 되고, 그 잉크는 doctor blade로 깎여져 일정한 두께로 만들어진 상태에서 impression 실린더 또는 롤과의 교차 지점에서 인쇄가 이루어지게 된다.

그라비아 롤의 표면 조각은 화학적인 부식(etching)법으로부터 레이저 가공 등의 다양한 방법으로 제작되게 되는데, 그라비아 롤의 핵심 부분인 만큼 그 제작비용은 매우 고가이다.

따라서 그라비아 롤의 효과적인 저가격 제조 공정의 개발이 요구된다고 하겠다.

그라비아 인쇄는 인쇄 속도와 관련된 경제성 이외에도 박막 형태의 유지가 우수하고, 간극 재현성이 우수한 장점이 있으나, 초기 작업비용은 다소 높은 단점이 있다.

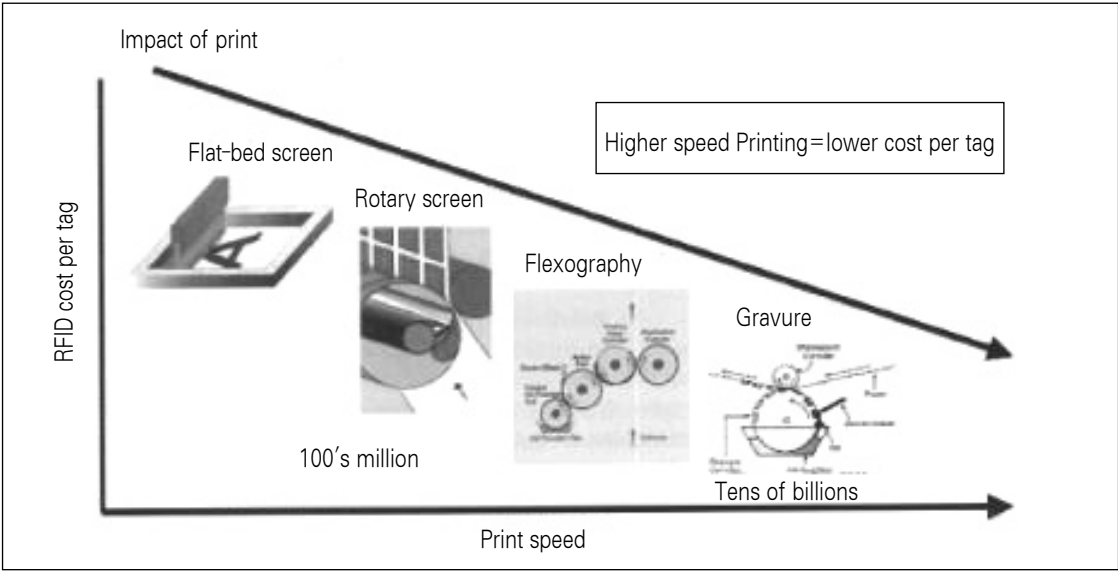
[그림 6]은 잉크젯 프린팅 공정으로 인쇄된 나노 Ag 잉크의 소성온도 및 시간에 따른 저항치의 변화를 보여준다. 각 잉크 제조사에서는 이와 같은 실험 결과를 통하여 어느 정도의 온도에서 어느 정도의 시간이 소요되어야만 잉크 소재의 저항이 급감하여 도체로서의 성질을 가지고 안테나 패턴으로 사용할 수 있는지에 대한 공정 조건을 제시하게 된다.

이러한 잉크젯용 나노 Ag 잉크는 그라비아용 잉크에 비해 순수 화학적인 방법으로 제조된 저점도 물질로 나노 금속 입자를 포함한 유기물인 전도성 잉크의 가격이 매우 고가이고 관련 장비가 보편화되지 않았기 때문에 아직 기존 금속 재질 안테나의 제조 단가보다 저렴하다고 할 수 없는 상황이다.

그러나 잉크 가격이 어느 수준까지 하락할 경우 소형의 portable 프린터기를 통한 소량 다품종 인쇄가 가능하다는 장점에서 일정 부분 그 지위를 유지할 수 있을 것으로 기대된다.

한편 dipole 형태와 같은 첨단 안테나 패턴의 설계는 안테나 재료의 소모를 최소화시킨다는

[그림 5] 다양한 인쇄공정에 따른 인쇄 속도와 RFID tag 당 가격의 상관관계



측면에서 대량 생산 시 tag의 가격을 낮출 수 있는 주요 방안으로 고려될 수 있다.

#### 4. Chip bonding 기술

RFID tag의 제조에서 chip을 bonding시키는 구조는 [그림 7] 및 [그림 8]의 2가지로 구분될 수 있다. 하나는 flip chip bonding법으로 ACP 또는 NCP(Non Conductive Paste, 비전도성 페이스트)를 사용하여 RFID chip을 직접 안테나 패턴에 접합시키는 방법이고, 또 다른 하나는 1차적으로 ACP, NCP를 사용하여 chip을 strap에 접합시킨 후, 그 strap을 ICP를 사용하여 안테나 패턴에 접합시키는 방법이다(그림 9). 장비 정밀도 등의 문제로 현재까지는 후자의 구조가 전자보다 더 많이 이용되어 있으나, 최근 신규 라인에는 장비 성능의 개선이 이루어지면

서 원가 절감 효과를 위해 전자의 방법이 확대 적용되고 있다.

즉, 제조 가격적인 측면에서 strap을 사용하지 않는 chip의 direct bonding 공정이 앞으로 지속적으로 확대될 것으로 예상된다.

Tag 제작 공정을 제조 장비와 연관해서 설명하면 다음과 같다. R2R 연속 공정을 구현하기 위해서는 [그림 9]와 같은 다양한 자동화 장비가 필요하다.

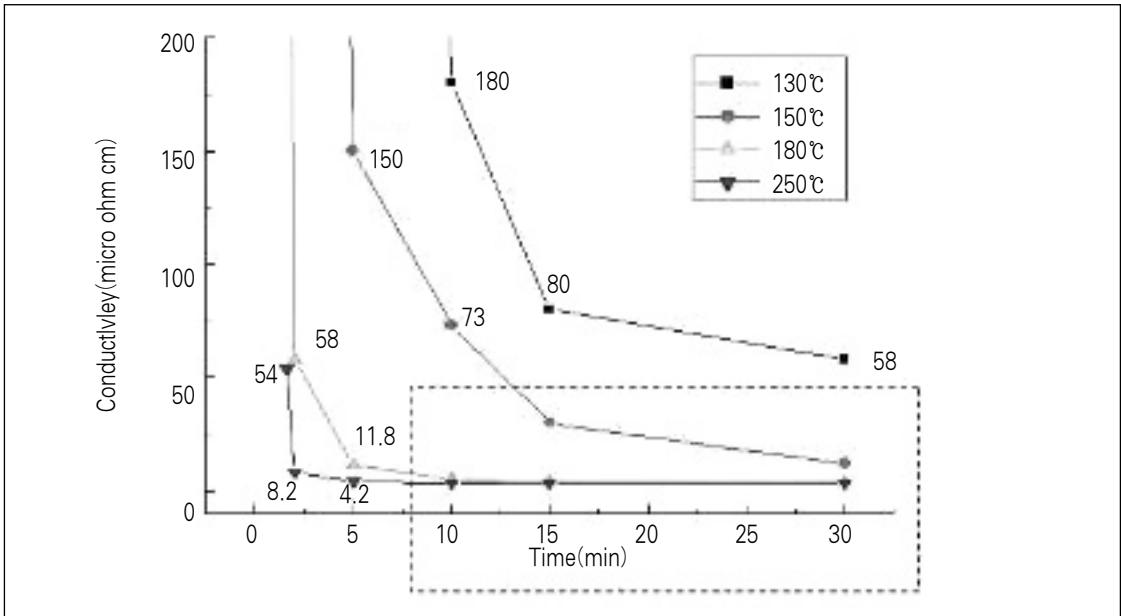
먼저 direct die attach 공정에서는 개별 chip 들은 wafer 형태로 공급되며, 안테나 패턴들은 roll 또는 reel로 감겨진 상태에서부터 공급된다.

Pick-up tool을 통해 개별 chip이 wafer로부터 분리되면 곧바로 안테나 패턴으로 옮겨져 접합되며, 이는 앞서에서 언급된 바와 같이 inlay가 된다.

이후 안테나 패턴 및 chip 외부를 cover layer



[그림 6] 소성온도 및 시간에 따른 나노 Ag 잉크의 저항 변화의 예



※ 잉크테크사 자료

로 감싸는 converting 공정을 수행하면 최종 제품, 즉, tag가 완성된다.

한편 strap attach 공정은 좀 더 복잡한데, 우선 chip을 폭이 넓은 strap에 접합시킨 후, 이 넓은 strap을 폭이 좁은 몇 줄의 strap으로 slitting한다. 이후 각 strap은 R2R 공정으로 안테나 패턴에 접합되면서 inlay를 형성하며, 이후 converting 공정을 통해 최종제품화 된다. Strap은 polymer strap과 metal strap이 사용될 수 있는데, 가격적으로 유리한 polymer strap이 대세이며, metal strap은 일부 회사의 특수 공정에 의해 적용되고 있다.

#### 4-1. Chip bonding 공정의 중요성

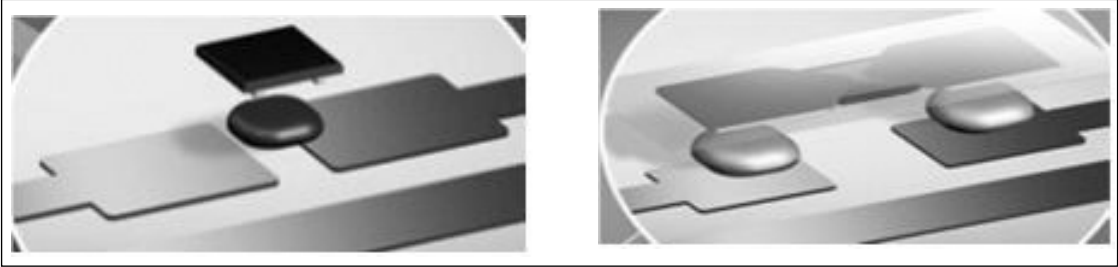
RFID tag의 제작에서 chip bonding 공정은

전통적인 wire bonding으로부터 flip chip bonding으로 급속히 전이되었는데, 이의 가장 큰 원인은 R2R 공정으로의 대응이 간단하기 때문이다.

RFID inlay를 이루는 부품 및 bondin 공정의 가격 구성의 예는 [그림 10]과 같다. 비록 접착 소재의 가격과 bondin 공정 가격이 chip 또는 안테나에 비해서는 매우 작은 부분을 차지하나, 연속 공정을 구현하기 위한 핵심 기술이라는 측면과 tag의 품질 문제에 직접적인 영향을 준다는 측면에서 이 두 가지 항목은 외견적인 가격보다도 감추어진 중요성이 더 크다고 말할 수 있다.

연속 공정 또는 연속 공정의 속도가 중요한 이유는 [그림 11]을 통해서 파악할 수 있다. 이와

[그림 7] ACP 또는 NCP를 사용한 chip bonding법과 ICP를 사용한 strap bonding법의 모식도



같은 결과는 하루 24시간의 작업과 1주일에 5일간 작업한다는 조건으로 feet 당 10개의 tag가 제작된다는 가정을 통해 계산된 것이다. 당연히 RFID tag의 throughput은 web 속도에 비례하여 증가하게 되는데, 불과 몇 년 전에 가능했던 속도, 즉, 16.7ft/min의 web 속도에서 연간 제작 tag의 수는 1억개 미만임을 알 수 있다. 이러한 생산속도는 tag의 가격 경쟁력을 고려하지 않더라도 경쟁력 있는 tag 제조 사업을 수행할 수 없는 수준인데, 그 이유는 단기간 내에 납품을 요구하는 1회의 tag의 주문량이 상기 제조 속도보다는 훨씬 대규모로 이루어지는 것이 일반적이기 때문이다. 따라서 이러한 속도 기반으로 tag 제조 사업을 수행하기 위해서는 관련 장비를 몇 배수로 갖추어야 하는데, R2R 장비의 가격대를 고려한 초기 투자비를 계산할 때 이는 큰 문제점이 될 수 밖에 없다. 시장에서 요청되는 web의 속도는 약 300ft/min 수준인데, 전문가들은 현재 상황에서 이 정도의 속도로 연간 10억개 정도의 tag를 제작해야 가격 경쟁력을 가지고 사업을 운영할 수 있을 것으로 파악하고 있다.

[그림 12]는 다양한 오븐(oven)의 길이와 ICP의 경화 속도에 따른 RFID tag의 제작 속도

변화를 보여주고 있다. ICP의 안정적인 경화를 위해서는 어떤 시간 이상의 경화 시간이 요구되기 때문에 오븐의 길이에 비례하여 tag의 생산 속도가 다소 증가함을 알 수 있다. 그러나 오븐의 길이를 그림의 예와 같이 20ft로 한다는 것은 현실적으로 사실상 불가능하다.

한편 당연히도 접착소재의 경화속도가 증가함에 따라 tag의 생산 속도는 증가하게 되는데, 그 증가율이 오븐의 길이 증가 조건에서보다 매우 크므로 오븐의 길이보다는 접착소재의 경화속도 향상이 tag의 생산 속도를 향상시키는 제 1의 인자임을 알 수 있다. 일례로 약 60초의 경화 시간이 요구되는 일반적인 접착제에 비하여 약 5초의 경화 시간이 소요되는 최신의 RFID용 접착제를 사용할 경우 tag의 생산 속도는 약 10배 이상 증가하게 된다.

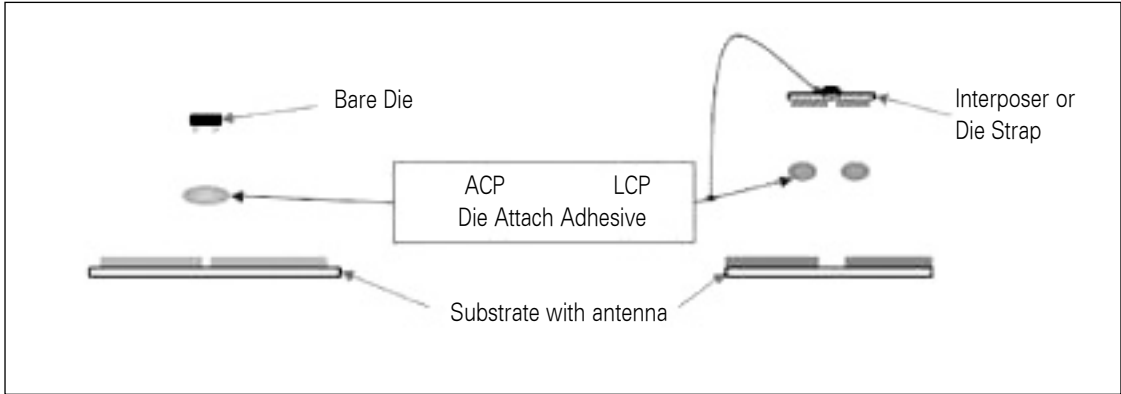
현재 RFID tag의 제조 산업은 원재료 가격의 절감 측면에서는 한계에 도달하였다는 인식이 강하기 때문에 현장에서는 tag의 제조 속도 향상을 통한 tag 당 생산 원가 절감에 연구를 집중하고 있는 추세이며, 이에 가장 영향을 미치는 것이 접착재료의 경화 속도이므로 최근 속경화 특성을 가지는 RFID용 ACP 및 ICP가 시장에 활발히 출시되고 있다.





# 특 집

[그림 8] ACP를 사용한 chip bonding법과 ICP를 사용한 strap bonding 법의 단면 공정 모식도

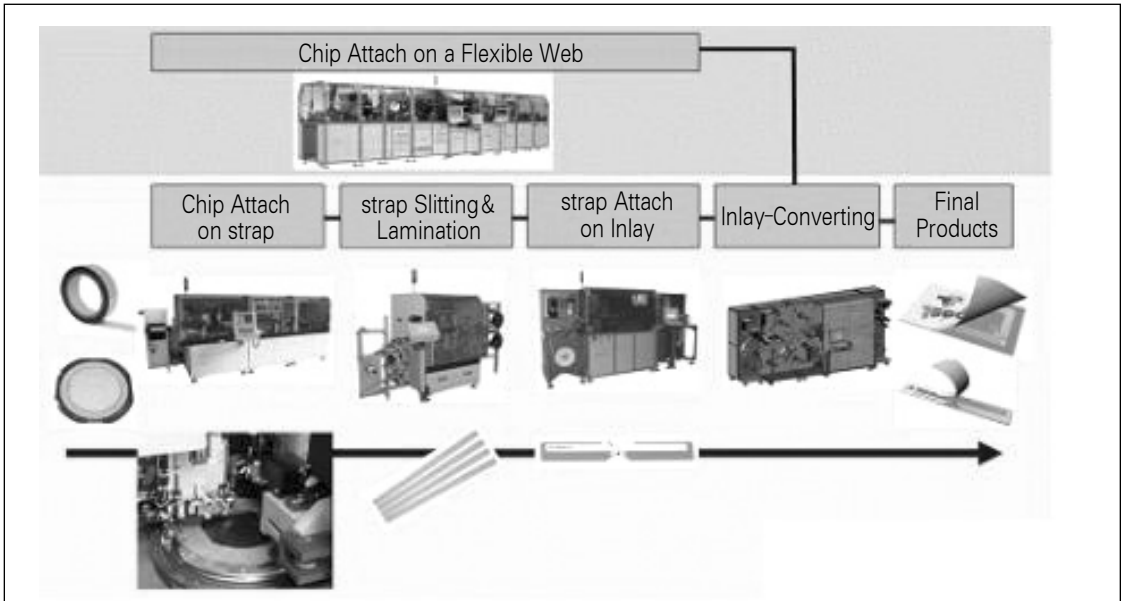


## 4-2. Chip bonding 재료

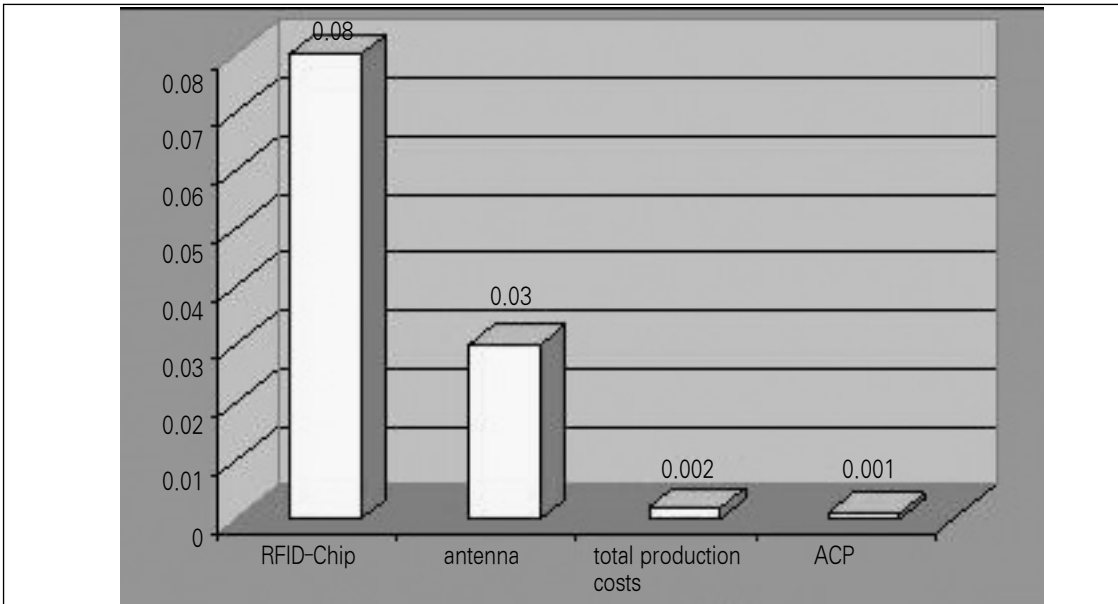
[표 2]는 최근 RFID chip bonding용으로 출시된 대표적인 외산 ACP의 특성을 나타낸다. Hot bar(또는 thermode)의 온도가 높을수록 bonding 공정 시간은 단축될 수 있으나, hot

bar의 온도가 200℃에 육박할 경우 PET 재질 등은 변형이 심하게 발생하게 되므로 약 180℃ 이하로 hot bar의 온도는 관리되어야 한다. 한편 hot bar로부터 bondline까지 전도에 의한 안정적인 열전달에는 약 1초 정도가 소요되기 때

[그림 9] RFID tag 두 공정인 strap attach 공정과 direct chip attach 공정에 따른 공정 체계 변화와 관련 장비



[그림 10] RFID inlay를 이루는 부품 및 bonding 공정의 가격 구성 예



문에 장비 하부의 낮은 온도 조건까지를 고려할 때 [표 1]에 제시된 RFID용 ACP 사용 시의 공정시간은 5~6초 가량이 소요되게 된다.

ACP 내의 filler 성분으로는 구형의 Ag particle 또는 Au/Ni 코팅 고분자 particle의 2종류가 사용되고 있는데, 그 지름은 약 3 $\mu$ m 수준이다.

기타 압착 압력, 유리전이 온도, Young's modulus 등은 두 제품이 대동소이함을 알 수 있다. Storage life는 상온에서 1주일 이상이었는데, 현재의 실제 양산 공정에서는 5cc의 ACP를 약 10시간 사용하여 8~10만개의 chip을 bonding시키고 있기 때문에 상기의 storage life는 충분한 것으로 분석되었다.

[표 3]은 최근 RFID chip bonding용으로 출시된 대표적인 외산 ICP의 특성을 나타낸다.

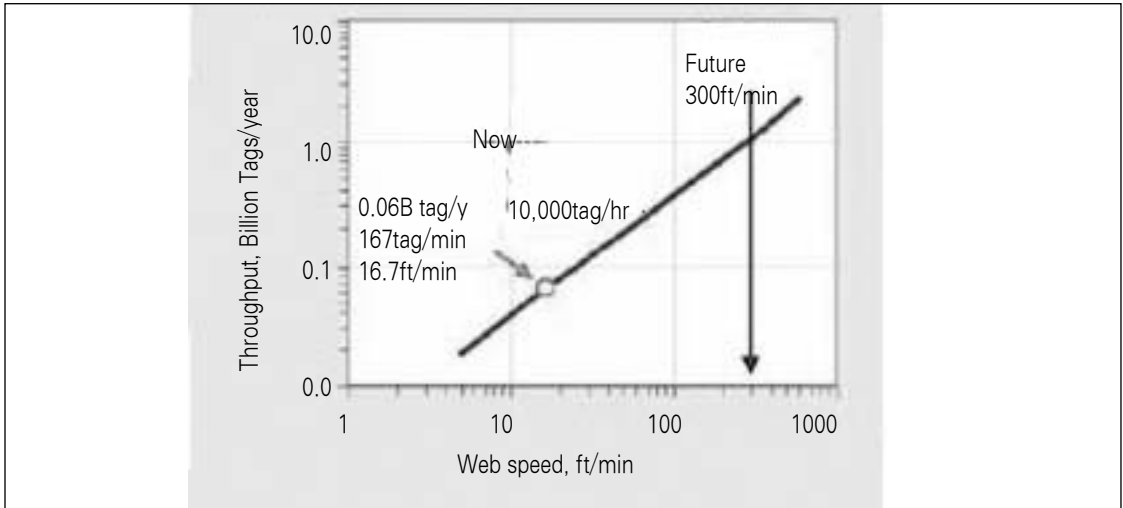
Filler 성분은 Ag flake였으며, ACP에 비하여 filler의 양이 훨씬 많기 때문에 그 점도도 훨씬 높은 것으로 분석되었다. 한편 경화 시간은 110 $^{\circ}$ C에서 수 초간, 150 $^{\circ}$ C에서는 2초 이내로 ACP에 비해 훨씬 우수했으나, 그에 따라 상온에서의 storage life는 2일로 크게 감소함을 관찰할 수 있었다.

속경화 특성을 가지는 전도성 접합 소재는 앞서 언급한 바와 같이 생산성을 높여 tag 당 제조 단가를 크게 저하시킬 수 있다. 이상과 같은 ACP 및 ICP 재료는 RFID tag를 만드는 핵심 소재임에도 불구하고 아직까지 수입에 의존하고 있어 국내 tag 제조 단가를 증가시키는데 일조하고 있다.

따라서 국내에서의 tag 제조 단가 저하를 위해서는 이와 같은 chip bonding용 도전성 접합



[그림 11] Web 속도에 따른 RFID tag의 throughput 변화



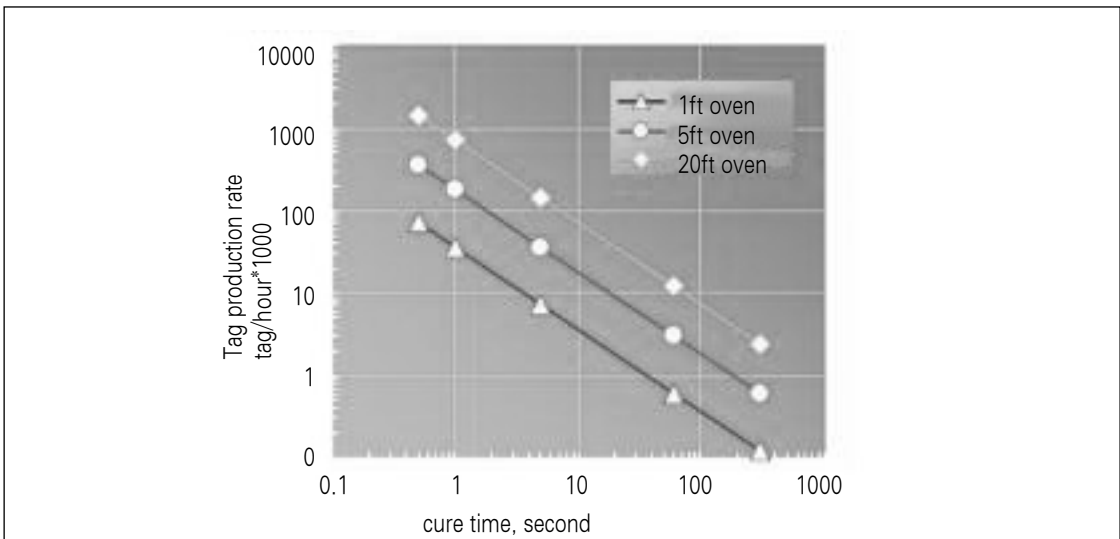
재료의 국산화 및 저가격화가 절실히 요구된다.

[그림 13]은 UHF 대역에 사용되는 대표적인 RFID chip인 GEN2 chip(Texas Instrument 사 판매)의 단면 이미지를 보여주고 있는데, 칩

합부 단자로 전해도금으로 제조된 약 20um 높이의 Au 범프(bump)가 형성되어 있음을 알 수 있다.

이와 같은 범프의 개수는 chip의 종류 및 제조

[그림 12] 오븐의 길이와 ICP의 경화 속도에 따른 RFID tag의 제작 속도 변화



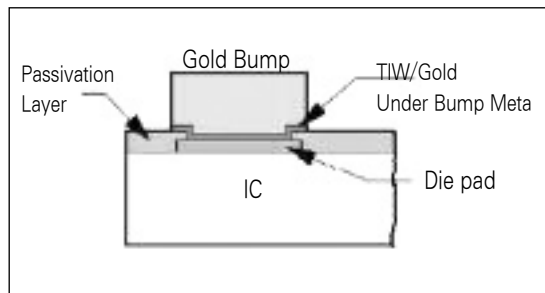
[표 2] RFID chip bonding용으로 출시된 대표적인 ACP의 특성

접착제 종류 및 제조사	ACP (DELO사)	ACP (KYOCERA사)
Model	MONOPOX AC163	TAP0604C
기초성분	Epoxy hybrid (1액형)	Epoxy hybrid (1액형)
점도	30,000 cP at 23℃	25 Pa · s at 25℃
Filler 성분	Ag particle (dia. = approx. 3um)	Au/Ni coated polymer particle (dia. = 3um)
가열경화시간	6~10sec at 150~210℃	15~20sec at 150℃, 2~5sec at 180℃
압착 압력	40~110g/bump	30~120gf/100m bump
Tg(℃)	135	110
Storage life	2 weeks at R.T.	1 week at R.T.
Young's modulus(Gpa)	3.3	3.0 at 25℃

[표 3] RFID chip bonding용으로 출시된 ICP 특성

접착제 종류	ICP (EMERSON & COMING사)
Model	XCE3112
기초성분	Epoxy hybrid(1액형)
점도(cP)	9000 at 20℃
Filler 성분	다양한 형태의 Ag flake
가열경화시간	several seconds at 110℃
비저항(Ohm-cm)	$3.6 \times 10^{-3}$
Storage life	2 days at R.T.

[그림 13] TI사 GEN2 chip의 단면 및 범프 모식도



사에 따라 다소 다를 수 있으나 대개 4개로 구성 되는데, RF, ground, test 및 Ydd 패드(pad)의 역할로 각각 제작된다. 최근 Au 가격의 급격한 상승으로 인하여 이를 대체할 수 있는 저가격 범프 소재(무전해 Ni 범프 등) 및 공정에 대한 연구가 역시 필요한 시점이다.

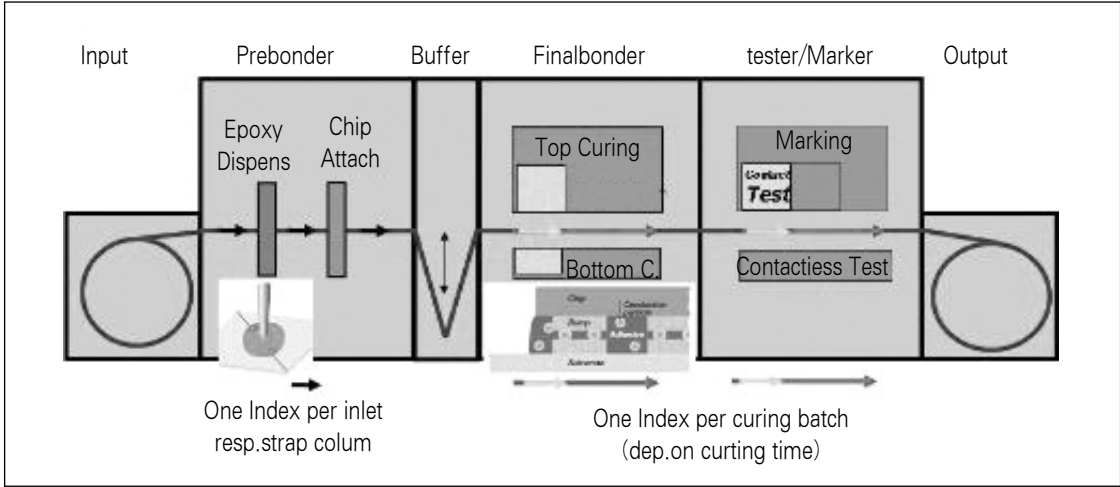
이러한 Au 범프 부는 chip의 범프 위치와 대칭 형태로 제작된 안테나 패턴 상의 패드 부에 ACP를 도포함으로써 안테나와 접합되게 되는데, 이를 R2R 공정으로 수행하는 장비 중 현재

가장 유명하다고 할 수 있는 Muhlbauer사의 TAL2000은 610mm 폭의 web까지 대응 가능하며, 24개의 hot bar를 사용하여 20,000 UPH(Unit Per Hour) 속도까지 양산 가능하며, chip의 접합 정밀도는  $\pm 40\mu\text{m}$ , chip의 접합 수율은 99.7% 이상인 것으로 보고되고 있다.

[그림 14]는 TAL2000 chip bonding 장비의 구조도를 보여주고 있는데, 에폭시를 도포하는 디스펜서(dispenser) 부와 chip을 안테나 패턴



[그림 14] Muhlbauer사의 TAL2000 chip bonding 장비의 구조도



부에 정렬, 위치시키는 chip attach 부가 앞단에 위치하며, 안정적인 R2R 공정을 위한 buffer 부가 장비 중간에 위치하고 있음을 알 수 있다.

이후 다수의 hot bar를 사용하여 열간 압착 과정으로 ACP를 경화하고, hot bar를 제거한 후에는 복사열에 의해 ACP를 경화시키는 curing 부가 연이어 위치하며, chip bonding 후 접합 상태를 검사하는 test부와 불량을 check하는 marking 부가 후반부에 위치하고 있음을 알 수 있다.

속경화 특성을 가지는 전도성 접합 소재와 많은 수의 hot bar를 가지는 chip 접합 장비가 유기적으로 결합될 때, 그 생산성은 최고조가 될 것이고 이는 tag의 가격 저하를 유도하는 대표적인 제조 노하우로 자리 잡게 될 것이다.

### 5. 맺음말

본 고에서는 안테나 패턴의 제조 공정과 chip bonding 공정을 중심으로 한 inlay의 제

조 공정을 고찰하는 한편, R2R 공정, 고속 안테나 인쇄 공정의 도입, 잉크 소재의 저가격화, 안테나 패턴 설계의 최적화, Au 범프 대체 소재 및 제조공정 개발, 속경화 전도성 접합 소재의 국산화, chip bonding 방법의 최적화와 고효율 bonding 노하우의 개발 등 각 단계에서의 제조 원가 절감을 위한 다양한 방안들을 고려해 보았다.

현재 국내의 RFID 기술의 수준을 고려할 때, 이제는 일본의 히비키 프로젝트와 같이 tag의 제조 단가 절감을 위한 소재 및 재료의 개발과 하드웨어적인 다양한 접근법을 위한 컨소시엄 형태의 연구와 정부 차원에서 이와 관련된 집중적인 연구비의 투자가 필요한 시점으로 파악된다.

Web 형태 소재를 사용한 R2R 인쇄 공정은 미래의 광범위한 전자 부품 제조 연구 분야로 빠르게 전이될 수 있어 그 파급 효과가 매우 크게 나타날 수 있기 때문이다. [6]