



차세대 신소재 전자잉크

투명 전자잉크 개발과 RFID 응용 사례

박 정 빈 / (주)잉크테크 기술연구소 팀장

1. 전자잉크 도입

(주)잉크테크는 1992년 6월 전량 수입에 의존하고 있었던 전자산업용 잉크제품 제조를 목적으로 설립되었으며, 국내에 처음 프린터 소모품의 리필(Refill) 개념을 도입하였다.

적극적인 영업정책, 브랜드세일 정책, 철저한 고객서비스를 기조로 설립 이후 국내 리필산업의 선두주자로 시장을 이끌며 국내 프린터 사용자에게 소모품에 대한 선택의 기회를 제공해 왔으며, 자체브랜드 'InkTe'로 해외에서도 그 기술력을 인정받아 세계 120여개 국가 140여개 Distributor와 거래를 하고 있다.

“잉크젯 활용기술의 세계적인 선도 기업(A World-class Leading Company in Inkjet Applications)”이라는 비전 아래 OA부문, LFP(Large Format Printing)부문, DTP(Digital Textile Printing)부문, 전자재료부문 등 4개 사업 부문을 진행하고 있는 잉크테크는 창사 이후 잉크젯 프린터용 잉크사업을 전개해 오면서 잉크젯 프린터에 들어가는 잉크와 소모품 리필잉크, 대체카

트리지 등 기타 소모품을 공급하는 사업을 10년 이상 해오다보니 잉크를 만드는 기술에 있어서는 세계 어느 회사에 비해 기술이 뒤지지 않았다.

처음 이 사업을 시작했을 때에는 경쟁사도 별로 없었고, 좋은 품질 및 브랜드를 가지고 있었기 때문에 세계 어디에서도 영업적으로 쉽게 인정을 받을 수 있었으나, 잉크 사업 분야의 경쟁이 심화되어 품질이나 브랜드보다는 가격경쟁이 치열해짐에 따라 3~4년 전부터는 OA 및 LFP 사업만으로는 한계에 부딪힐 것을 감지하여 변화의 필요성을 느끼고 DTP부문과 전자재료부문의 사업다각화를 추진해 오고 있다.

다윈은 '살아남는 것은 강한 종도 아니고 우수한 종도 아니다. 오로지 변화하는 종만이 살아 남는다' 고 말했다.

이는 오늘날 기업환경에 시사해 주는 바가 크다. 이제 변화하지 않는 기업은 살아남기 힘든 시대가 되었다. 잉크테크 또한 이러한 시대의 흐름을 일찍 감지하여 고급 연구 인력을 확충하고 지속적인 R&D 활동을 수행한 결과 '투명 전자잉크'를 개발할 수 있었고, 기존 잉크젯 프



린터용 잉크 생산기업의 이미지에서 전자부품소재 부문 선두 기업으로 거듭나고 있다.

2. 투명전자 잉크 사업화

라틴어 엔카우스툼(Encaustum)인 '달구어 녹여 붙이다'라는 뜻이 어원인 잉크는 '필기나 인쇄를 하기 위해 사용하는 착색액의 총칭'으로 보통 수용성과 유용성으로 나뉜다. 이러한 개념의 잉크가 21세기에 접어들면서 전자재료, 디스플레이 부분에 적용할 수 있는 '전자잉크'로 발전하게 되었다.

'전자잉크'란 인쇄회로기판(PCB, FPCB 등), 디스플레이(LCD, PDP, OLED 등), RFID, 스마트라벨 등 차세대 IT 및 다양한 전자부품소재에 적용이 가능한 프린팅 공정 기반

의 전자산업용 잉크를 통칭한다.

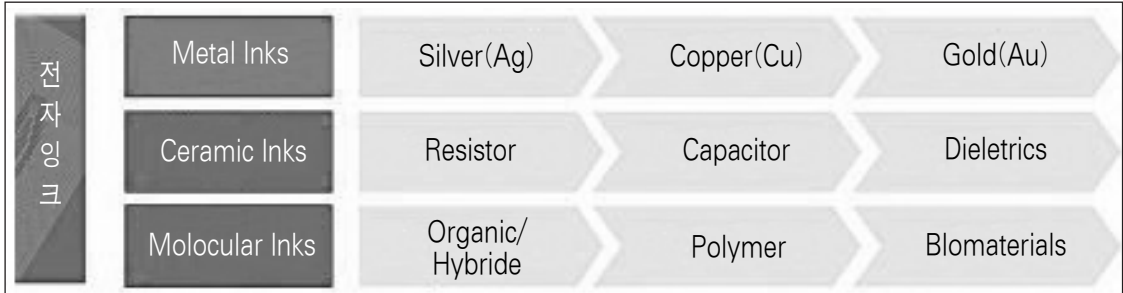
'전자잉크'는 크게 금속잉크(Metal Inks), 세라믹잉크(Ceramic Inks), 분자잉크(Molecular Inks) 등으로 분류할 수 있으며, 금속잉크는 금(Au), 은(Ag), 동(Cu)과 같은 금속을 잉크화하여 원하는 형상의 도전성 재료로 사용할 수 있는 잉크이고, 세라믹잉크는 금속 산화물, 카본 등을 잉크화하여 원하는 형상의 저항재료(Resistor), 커패시터(Capacitor) 재료로 사용할 수 있는 잉크이며, 분자잉크는 특수한 유기물 및 고분자재료를 잉크화하여 디스플레이용 발광재료 및 유기 반도체 재료로 사용할 수 있는 잉크를 말한다.

이 중 잉크테크가 개발한 '투명 전자잉크'는 현재 전자산업 전반에 가장 많이 사용하고 있는 금속잉크로써, 독자적인 기술일 뿐만 아니라 기

[그림 1] 잉크테크 사업 부문

<p>OA Refill Kits, 대체카트리리지, Refilled 카트리리지, Buik Ink Documents/Digital Photo Printing</p>	<p>LFP Dye, Pigment, Sublimation, Solvent, Oil-based Ink, etc. Banner/Sign/Image Ad.</p>	<p>DTP DTP용 잉크& 소재 Clothes/Curtain/Cushion/S creen/Mug cup/Tile</p>	<p>Electronic Materials RFID/Smart Label PCB/FPCB LCD/PDP/OLED Energy/EMI Shielding Antimicrobial/Disinfection Bio chip</p>

[그림 2] 전자잉크 종류



존의 나노잉크나 페이스트잉크가 가지고 있는 문제점을 극복할 수 있는 신기술이다.

현재 본격적으로 사업화를 추진하고 있는 '투명 전자잉크'는 은(Ag) 기반의 금속잉크로써, 선진국에서 나노테크놀로지(Nano Technology)를 이용하여 개발한 은(Ag) 나노잉크와는 달리 입자의 개념이 없기 때문에 안정성이 뛰어나고 색깔도 투명하다. 이는 잉크의 마지막 기술이라고 할 수 있을 정도의 첨단 기술이며, 전자소재 산업의 다양한 분야에 적용할 수 있는 원천 기술이라는 점에서 획기적인 기술이라 할 수 있다.

금속은 그 크기가 나노 사이즈(1nm=10⁻⁹m)로 작아질수록 금속의 소성(Sintering) 온도가 급격하게 낮아지는 등 전자재료로써의 특성이 매우 커지는데, 기존의 은 나노잉크는 말 그대로 은을 나노 테크놀로지를 이용하여 나노 크기로 작게 쪼갠 후 이를 잉크상에 고르게 분산시켜 놓은 것이다.

그러나 나노잉크의 경우 제조 공정의 원가가 매우 높고, 분산안정성이 완벽하게 확보되지 않아 저장안정성이 매우 떨어지는 등의 문제점을 가지고 있다. 이에 비해 나노 제조 공정과는 제조 방법 자체가 다른 '투명 전자잉크'는 입자의

개념이 없기 때문에 색깔이 완전히 투명하며, 저장안정성이 매우 뛰어나다.

잉크테크는 최초 전자잉크를 FPCB(Flexible Printed Circuit Board)의 전극 형성용으로 개발하기 시작하였다.

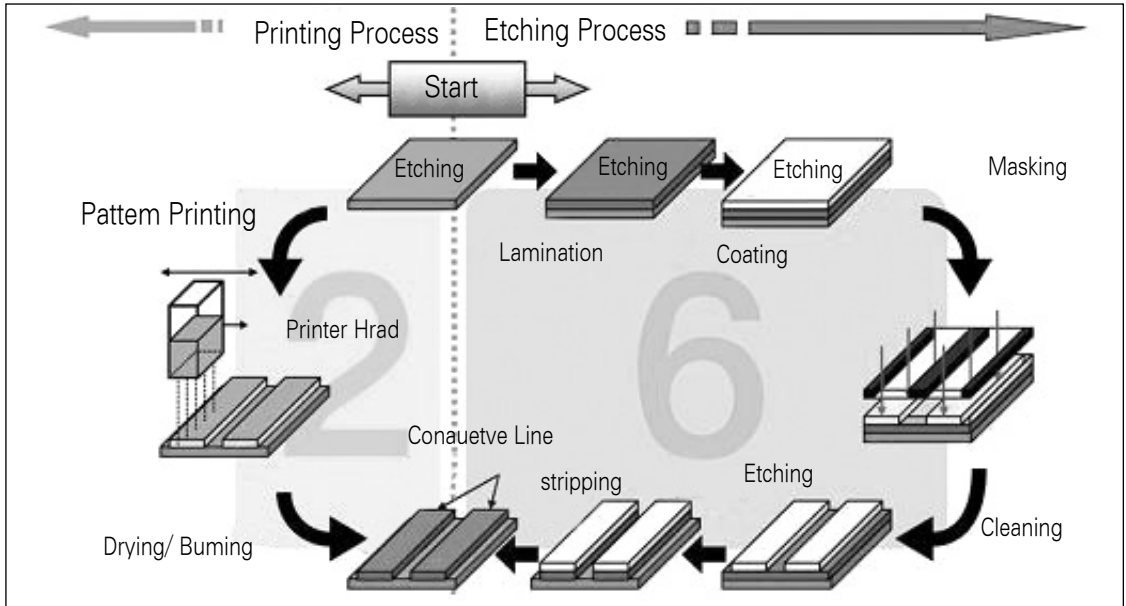
전자제품에는 전기가 통하는 회로가 들어가는 데, 기존의 에칭공정으로 제작하고 있는 전극을 전도성잉크를 이용하여 프린팅 공정으로 형성하게 되면 훨씬 경쟁력이 있어지지 않겠느냐 하는 생각을 하게 되었고 개발까지 하게 된 것이다.

전자제품에 들어가는 전극은 대부분 에칭 공정으로 제조하고 있는데, 이 공정은 Laminating, Coating, Masking, Cleaning, Etching, Stripping 등 5~6단계의 다단계 공정을 거치고, 원재료 손실(Loss)을 또한 높아 최종 제품의 고가화로 직결되는 문제점을 가지고 있다.

이 공정을 프린팅 공정으로 대체하게 되면 프린팅 후 소성(Sintering) 공정의 2단계 공정만으로 원하는 전극을 형성하여 획기적인 공정 단축이 가능하며, 원재료 소모량도 최소화하여 제조 원가를 절감할 수 있다. 또한 장비 비용이 저렴하고 친환경적인 공법이라는 장점도 가지고 있다.



[그림 3] Printing 공정과 Etching 공정 비교



전도성잉크를 프린팅 한 후 전도성물질만 남기고 나머지 잉크 성분은 날려 보내는 과정을 소성(燒成, Sintering)이라고 하는데, 최초 개발한 전자잉크의 소성온도는 섭씨 250~300℃ 정도로 다소 높은 편이어서 적용할 수 있는 응용 범위에 한계가 있었다.

잉크테크는 소성온도만 낮출 수 있다면 적용할 수 있는 기재(Substrates)가 훨씬 다양해질 것이며, 그 응용 범위 또한 매우 넓어질 수 있겠다는 판단 하에 2년여의 연구 기간 동안 20억원 이상의 연구개발비를 투자하여 마침내 섭씨 130℃ 이하의 저온에서도 소성이 가능한 '투명 전자잉크'를 개발하게 된 것이다.

잉크테크가 개발한 '투명 전자잉크'는 기존의 나노잉크, 페이스트잉크에 비해 제조 단가가 저렴하고 안정성이 높으며, 도막 두께도 유연하게

조절할 수 있다는 점이 특징이다. 또한 기존 금속잉크에 비해 섭씨 130℃의 낮은 온도에서 소성이 가능하여, PET 및 종이 등 열에 약한 소재에도 사용 가능하다는 점에서 응용소재가 무궁무진하다. 이 밖에, '투명 전자잉크'는 점도 조절이 가능하기 때문에 성능이 우수한 나노잉크 및 페이스트잉크 제조가 용이하고, 잉크젯 뿐 아니라 오프셋, 플렉소, 그라비아, 스크린 프린팅 등의 다양한 인쇄 방식에 맞는 잉크 개발로 맞춤형 대량생산이 가능하다는 점도 큰 장점으로 꼽히고 있다.

'투명 전자잉크'는 IT, 전자산업의 공정 혁신을 위해 기존의 에칭공정 기술에서 프린팅 공정 기반기술로 전환시키는데 필수적인 신소재로서, 차세대 IT, 전자산업의 패러다임을 바꾸는 핵심 전자부품소재로 활용되리라 기대된다.

[사진 1] 2005년 6월에 열린 잉크테크 신기술 발표회



전자산업의 핵심 부품 소재로서의 우수한 특성을 가진 '투명 전자잉크'를 개발한 잉크테크는 작년 6월에 200여개 학계 및 관련 기업의 전문가를 모시고 '신기술 발표회'를 가졌었다.

기술을 중시하는 전자재료 사업부문에 있어서 기술을 먼저 발표 및 설명 한다는 것은 기업의 입장에서 매우 큰 모험을 했다고 할 수 있다. 그럼에도 불구하고 잉크테크가 기술을 먼저 공개한 이유는 첫째로 이 기술을 가지고 적용할 수 있는 사업 분야가 매우 다양하기 때문에 어떤 특정업체에만 얽매이지 않고 잉크테크의 잉크를 필요로 하는 모든 업체에 공급할 수 있도록 하기 위함이었으며, 또 다른 이유는 바로 관련 특허 문제였다.

잉크테크는 '전자잉크'와 관련한 특허를 총 9건 출원한 상태였는데, 일반적으로 특허 출원 후 공개가 될 때까지는 1년 6개월의 시간이 걸린다. 다시 말해서 잉크테크는 특허를 출원하면서 선행기술을 모두 조사했었으나, 약 1년 6개월 이전부터 출원할 당시까지의 선행기술은 검색이 불가능했기 때문에 이 기술에 대해 독보적이라 할지라도 그 전에 했던 업체가 혹시나 있지 않을까

까를 알아내기 위해서였다.

그러나 이 기술에 대해 해외에서도 이미 여러 번 소개가 되었음에도 불구하고 아직까지 선행 기술에 대한 의견을 듣지 못했으며, 기술을 오픈하면서 국내 많은 연구기관의 관심 속에서 화학적으로든 과학적으로든 신뢰할 수 있는 기술인지 허황된 기술인지에 대한 검증도 동시에 받았으나 단 한 건도 잘못된 부분을 지적한 경우가 없었으며, 오히려 관심을 더 많이 보여주고 있다. 따라서 잉크테크는 전자잉크에 대해 확실히 원천기술을 확보한 것이라고 여겨진다.

전자잉크 '신기술 발표회' 이후 잉크테크는 Display, 항공, 전자파차폐 등 전자잉크 활용가능 분야에서 주목을 받았고, 관련 업체들과 NDA를 맺고 제품화(사업화)를 위한 막바지 테스트 중에 있으며, 고조도 형광등 반사필름의 경우 이미 사업화에 성공하여 초기 매출을 달성하게 되었다.

전자잉크를 이용한 다양한 사업 분야 중 PCB 시장은 기존의 시장을 대체해야 하는 한계점이 있고, 잉크 물성을 업그레이드 하는데 시간이 좀 더 걸리는 사업 분야이다. 그래서 우리가 개발한 기술을 사업화하여 가장 빨리 시장을 장악할 수 있는 것이 무엇인가를 조사하게 되었고, 여러 문헌 및 시장 정보를 조사한 결과 찾아낸 사업 분야가 바로 RFID 사업부문이다.

3. RFID 응용 사례

무선인식을 뜻하는 RFID(Radio Frequency Identification)는 자동인식 기술의 한 종류로써 Micro-chip을 내장한 다양한 태그에 저장된



[표 1] 수동형 태그 가격 및 원가 구성비

Target 원가 구성비 (%)	RFID Tag 구성 요소				RFID Tag 가격
	칩 제조	안테나 제조	칩/안테나 접형	패키지 등	
	20 ϕ (40%)	5 ϕ (10%)	5 ϕ (10%)	20 ϕ (40%)	50 ϕ
	2 ϕ (20%)	3 ϕ (30%)	4 ϕ (40%)	1 ϕ (10%)	10 ϕ
	1 ϕ (25%)	1 ϕ (25%)	1 ϕ (25%)	1 ϕ (25%)	4 ϕ

출처 : 정통부 전파지(04년 7~8월호)

Data를 무선 주파수를 이용하여 비접촉 방식으로 Reading하는 기술이다.

H/W, S/W, SI 등 다양한 분야가 공존하는 RFID 기술 중 RFID 태그 안테나가 바로 잉크 테크가 선정한 최우선 사업 분야인 것이다.

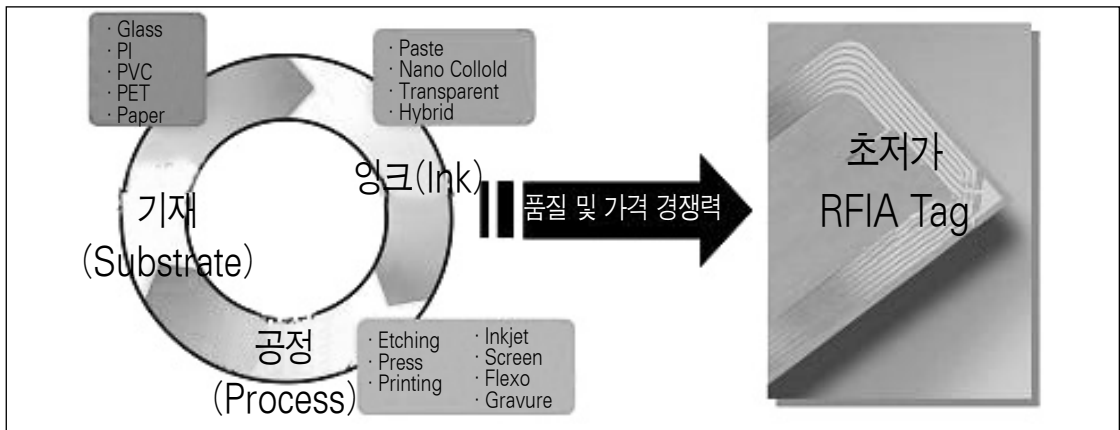
현재 RFID 태그의 가격은 10~15센트 선이나, 최종적으로 바코드를 대체하기 위해서는 5센트 선으로 가격이 떨어지야 물류 유통분야에 본격적으로 적용되어 시장이 본격적으로 활성화 될 것으로 예측되고 있다.

결국 RFID 태그가 ITEM 마다 적용이 될 정

도로 시장이 커지기 위해서는 태그의 가격이 떨어져야 하는 것이 전제조건이며, 태그 가격이 싸지면 싸질수록 활용할 수 있는 분야도 확산될 것이다. 국내 업체 대부분은 RFID 장비나 시스템 개발에 주력하고 있지만, 향후 시장은 소모품인 태그가 매우 중요한 역할을 할 것이며, '투명 전자인크'는 소모품 시장 활성화에 중요한 영향을 미칠 것이다. 업계에서는 2010년 RFID 관련 세계 시장 규모가 768억달러, 국내 시장은 39.9억달러에 이를 것으로 추정하고 있다.

이 중 장비를 제외한 태그 관련 세계 시장 규

[그림 4] 초저가 RFID 태그 제조 조건



[사진 2] 롤투를 프린팅 방식 RFID 태그 안테나



모는 500억 달러, 국내 시장 규모는 26억 달러로 추산되며, 향후 태그 부분의 시장 규모는 더

욱 커질 것으로 예상된다.

RFID 태그의 구성요소로는 칩(Chip)과 안테나(Antenna), 칩과 안테나 집합(Assembly), 패키징(Packaging) 등이 있다.

RFID 태그의 가격이 4~5센트 수준으로 낮아지려면, 4가지 구성요소가 각각 1센트 전후의 가격 형성이 가능해야 한다. 현재 국내의 RFID 관련 업계는 저가 RFID 칩 개발 준비는 거의 끝냈으나, 태그 안테나의 저가화 기술 방안을 찾지 못하고 있는 상황에서 국내 기술로 개발된 '전자잉크'를 활용할 경우, 국가적으로 RFID의 조기보급이 가능해지고 세계적으로도 관련 시장을 선점하는 효과를 거둘 것으로 보인다.

기존 RFID 태그 안테나의 95% 이상은 보통 구리나 알루미늄을 가지고 에칭공정을 통해 제조되는데, 앞서 설명하였듯이 에칭공정은 5~6단계의 다단계공정이며, 원하는 안테나 패턴 이외의 부분은 모두 버리게 되고, 최소한의 안테나 두께도 18~20 μ m 수준으로 두꺼운 편이기 때문에 에칭공정을 통하여 1센트 이하의 RFID 태그 안테나를 제조하는 것은 사실상 불가능하다고 할 수 있다. 잉크테크의 '투명 전자잉크'는 금속 중에서도 은(Ag)을 베이스로 한 금속잉크이다.

원재료인 구리와 은을 비교하면 은이 10배 정도 비싼 것이 사실이다. 그러나 10배 비싼 원재료를 가지고도 에칭 공정에서 커버하지 못하는 아주 얇은 박막의 제조가 가능하며, 20분의 1까지의 두께도 가능하다.

원재료 가격에서 나는 차이를 이미 극복할 수 있게 되는 것이다. 거기에 제조 공정에 있어서도 기존 에칭 공정의 복잡하고 다단계의 공정이 아닌 일반적인 프린팅 공정, 프린팅한 후 열처리만



으로 안테나 제조가 끝난다는 장점이 있다.

특히 대량생산이 가능한 롤투롤 프린팅 방식의 적용이 가능하여 안테나 크기에 따라 월간 2억~8억개 이상의 안테나 제조가 가능하다. '투명 전자잉크'는 차세대 RFID 태그용 안테나 제조에 필수적인 소재로, RFID 태그의 저가화 생산에 크게 기여할 것으로 보인다.

'초저가 RFID 태그 안테나' 제조를 위해서는 저가의 기재(Substrates)와 대량생산이 가능한 프린팅 공정(Process), 물성이 좋은 저가의 잉크 등 3가지 요소가 해결 과제로 꼽히는데, 잉크테크는 기존의 나노잉크에 비해 원재료비가 절반 이하에 불과한 '투명 전자잉크'를 사용하여 PET 필름이나 Paper 등의 다양한 저가의 기재에 스크린 프린팅, 그라비아 프린팅 등 대량생산이 가능한 롤투롤(Roll-to-Roll) 프린팅 방식으로 안테나를 제조할 수 있기 때문에 '초저가 RFID 태그 안테나'의 제조가 가능한 것이다.

RFID 시장의 활성화를 위해서는 4~5센트대의 Tag 가격 인하가 필수적인 요소로 인지되고 있는 상황에서, 국내의 기술로 RFID 저가화 및 대량 생산에 맞는 시스템을 개발하게 되어

RFID 산업의 국제경쟁력을 가져갈 수 있게 된 것이다. 또한 해외에서 전량 수입에 의존하고 있는 고가의 은 잉크는 RFID 태그 중 리더에서 받은 전파를 송수신하는 안테나의 원재료로서, 가격 인하의 최대 걸림돌이었으나 잉크테크의 새로운 은 잉크 제조 기술은 RFID용 태그의 가격 인하를 가속시켜 RFID 시장 활성화 및 궁극적으로 수입 대체 및 수출 창출의 길을 열 것으로 보인다.

잉크테크는 지난 2월말 미국 달라스에서 있었던 'RFID World 2006' 전시회에 한국관 업체로 참가하여 롤투롤 프린팅 방식의 RFID 태그 안테나를 선보임으로써 해외 RFID 선도 기업들의 지대한 관심을 끈 바 있다.

또한 지난 4월 경기도 평택의 포승공단에 제2 공장을 준공한 후, RFID 태그 양산 1호기 설치를 완료하였으며, 현재 양산 테스트 중에 있다.

유통 및 물류분야의 표준이 될 900MHz 대역의 태그 안테나는 이미 롤투롤 프린팅을 이용하여 제조한 후, 기존 에칭방식의 안테나와 인식률 비교 시험을 거쳐 제품의 성능을 확보한 상태로 최종 업체의 성능 테스트만을 남겨 놓고 있으며,

[사진 3] RFID World 2006 전시회



교통카드 분야의 13.56MHz 대역의 태그 안테나는 전자잉크의 물성을 변경하여 성능 테스트 중에 있는 등, 태그의 쓰임에 따른 저가의 맞춤형 설계 및 대규모 태그 양산 시스템을 갖추기 위해 준비 중이다.

4. 전망

‘오늘 우리가 이룩한 첨단기술이 내일도 첨단일 수는 없다’는 모토로 연구개발 중심의 기업으로 성장을 해 온 잉크테크는, 이제 그 동안 집중해 온 잉크젯 핵심기술을 바탕으로 신기술 도입과 산업영역에 그 사업 분야를 넓히고 있으며 꾸준한 연구개발을 통하여 전자재료 분야에 이르는 새로운 영역을 개척해 나가고 있다.

잉크테크가 개발한 ‘투명 전자잉크’는 물류유통 산업에 활용이 가능한 초저가 RFID 태그용 안테나 외에도 스마트라벨, 인쇄회로기판

(PCB, FPCB), 디스플레이(OLED, LCD, PDP), 전자파차폐, 태양전지, 항균필터 등 다양한 산업분야에 응용되어 전자재료부문에서 새로운 시장을 형성할 것으로 기대되며, 또한 차세대 IT, 전자산업의 새로운 패러다임인 프린팅 공정 기반 산업의 핵심 소재로써, 부품소재 산업의 획기적인 공정 단축 및 제조 원가의 절감을 통해 세계 시장 선점 및 기술경쟁력 확보 등의 파급효과가 있을 것으로 기대된다.

‘전자잉크’의 세계 시장 규모는 현재도 수십억 달러에 달하며, 앞으로 더욱 성장할 것으로 전망되는 바, 잉크테크는 2010년까지 RFID를 포함, 각종 전자재료의 부품에 전자잉크를 적용하여 상용할 수 있도록 연구개발에 끊임없이 투자를 아끼지 않을 것이며, 그리하여 전자잉크를 필두로 한 전자재료 전문기업으로 거듭나 향후 IT 및 전자산업의 핵심기업으로 자리매김할 것이다. ☐

사단법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길이 나아있기 때문입니다.

포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.

포장업계의 발전이 기업을 성장시킵니다.

더 나은 앞날을 위해 본 협회에 가입하여 친목도모는 물론 애로사항을 협의하여

새로운 기술과 정보를 제공받아야 합니다.

포장업계에서 성장하기 원하시면 (사)한국포장협회로 오십시오.

(사)한국포장협회
TEL. 02)2026-8655~9
E-mail : kopac@chollian.net