



R2R 인쇄 방식을 이용한 RFID 태그 개발

Roll to Roll e-Printing and RFIDTag

김재영 / (주)파루 박사

1. 인쇄 전자란?

인쇄 전자란 실리콘 기반의 전자소자 생산과는 달리 직접 인쇄 방식을 이용하여 전자소자를 생산하는 방식으로 기존의 실리콘 기반의 전자 산업에 있어서는 원가 절감 등에 크게 기여할 수 있으며, 인쇄 방식을 이용한 새로운 전자 소자를 생산할 수 있는 분야이다. 이러한 인쇄 전자는 인쇄 RFID, 인쇄 태양전지, 인쇄 연료 전지, 인쇄 FPCB, 인쇄 안테나, 인쇄 트랜지스터, 인쇄 디스플레이 등의 다양한 분야에 적용이 되고 있다. 전자 분야에 인쇄를 이용함으로써 기존 실리콘 제조 공정이 가지는 포토리소그래피 공정을 대체하는 것이 가능하며, 이러한 직접 인쇄 방식을 통하여 생산 단가를 혁신적으로 감소시키는 것이 가능하다.

2 인쇄 RFID 태그

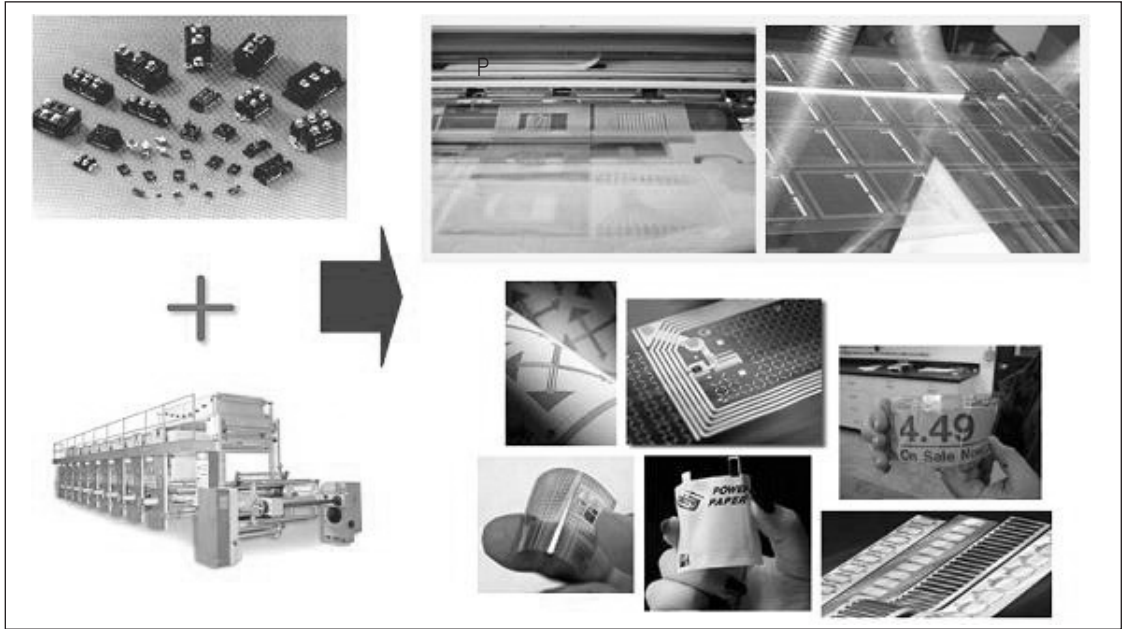
최근 USN과 함께 RFID에 대한 중요성이 부각되고 있다. 이러한 RFID를 저가의 물품 인식에 확산시키기 위하여 초저가의 RFID 태그 개

발에 대한 필요성이 대두되고 있는 실정이다.

초저가 RFID 태그의 구현을 위하여 대량생산에 적합한 인쇄 방식을 이용하여 RFID 태그를 인쇄하는 인쇄 RFID에 대한 연구가 국내외적으로 진행되고 있다.

국내에서는 아직 생소한 분야인 인쇄 RFID 태그 산업은 미국과 유럽 선진국에서는 1996년경부터 기술개발이 시작되었으며, 국내에서는 최근 그 중요성이 인식되어 연구 개발이 시작되고 있는 실정이다. 인쇄 RFID 태그 산업은 13.56MHz, UHF 및 2.45GHz 영역으로 크게 나눌 수 있으며, 현재는 기존 실리콘 칩에 기반한 13.56MHz RFID 태그와 동일한 구조와 기능을 지니도록 안테나와 트랜스폰더 회로들을 100% 인쇄공정에 의하여 플라스틱 필름위에 인쇄하여 초저가의 태그를 생산하려 하고 있으며, 기존 유통물류 산업의 핵심인 바코드 대체를 최우선적인 과제로 삼고 있다. 인쇄 전자 및 인쇄 RFID 시장은 현재는 그 시장 규모가 크지 않으나 2015년 전세계적으로 약 30조원 정도의 시장이 형성될 것으로 예상하고 있으며, 시장의 성장 속도가 타 산업에 비하여 비약적으로 빠르

[그림 1] 인쇄 전자



므로 연구 개발의 초기 단계인 지금부터 기술 선점 및 시장 선점이 반드시 필요하다.

전자 소자의 제작 공정에 인쇄 방식을 도입할 수 있게 되면 실리콘 칩의 제작 공정에 사용되는 복잡한 포토리소그래피 공정을 단순화하여 생산 단가를 혁신적으로 감소시킬 수 있다. 특히 연속 인쇄 공정(Roll to Roll printing, 이하 R2R 인쇄)은 플라스틱 필름 위에 직접 전자 소자를 빠른 시간에 양산할 수 있어서 초저가 RFID 태그의 생산에 가장 적합한 방식이다.

3 국내 인쇄 RFID 연구 동향

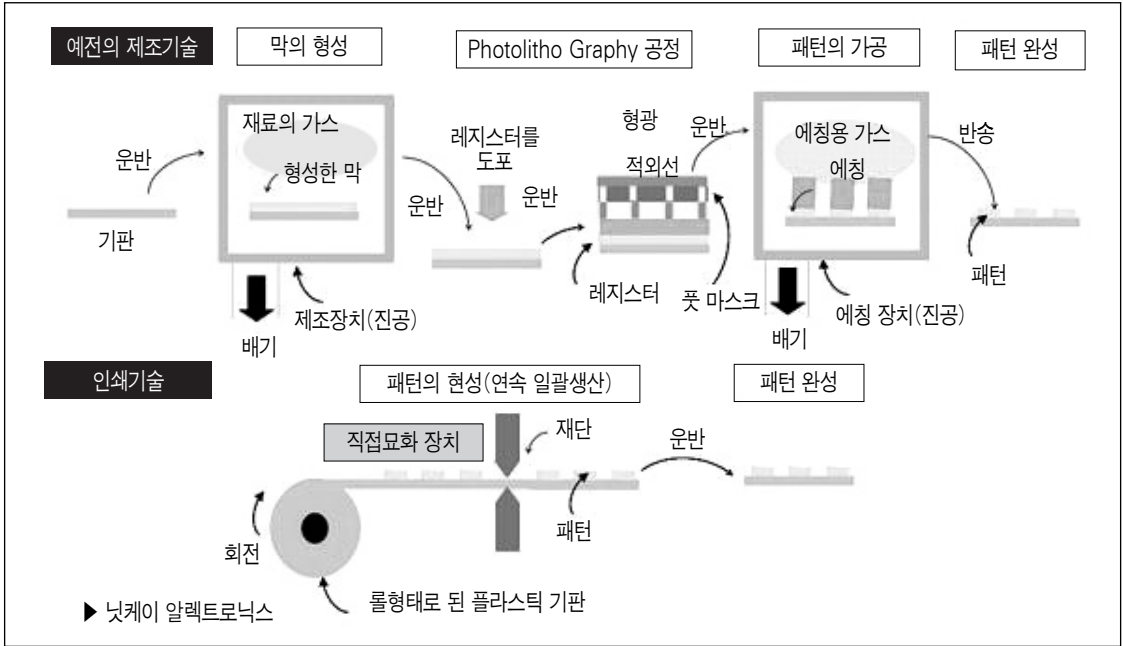
국내에서도 인쇄 RFID 연구에 대한 중요성이 점점 부각되고 있으며, 연구 개발에 참여하고 있

는 기업체, 대학교, 연구소가 급격히 증가하는 추세이다. 이에 발맞추어 2007년 9월부터 산업자원부 중기거점기술개발과제 중 한가지로 5년간의 연구 기간을 가진 “100% 인쇄방식을 이용한 초저가 플라스틱 RFID Tag 제조 상용화기술개발”이 시작되었다.

총괄 주관기관은 순천대학교(연구책임자 : 조규진 교수)이며 파루, 한국기계연구원, LS전선을 세부과제 주관기관으로하여 기업체, 대학, 연구소 등 많은 기관이 공동으로 인쇄 RFID 연구 개발에 매진하고 있다. 특히 (주)파루는 순천대학교 조규진 교수 연구팀과 산학협력을 통하여 5년 짜 인쇄 RFID 연구에 매진하고 있으며 국내 인쇄 RFID 분야에서 가장 두각을 나타내고 있다.



[그림 2] 인쇄 방식 장점



4 파루-순천대학교 인쇄 RFID 연구개발

본 연구팀의 연구 목표는 100% 인쇄 방식을 이용하여 초저가의 플라스틱 RFID 태그를 개발하는 것이며, 13.56MHz 영역에서 동작하는 수동형 RFID 태그를 일차 개발 목표로 하고 있다.

기존의 실리콘 기판의 RFID와 동일한 구동 방식을 가지도록 하기 위하여 13.56MHz의 인쇄 안테나, 인쇄 TFT를 이용한 디지털 프로세스, TFT에 직류 전원을 공급하기 위한 인쇄 정류기, RFID의 인식 정보를 저장하기 위한 인쇄 메모리 등의 개발이 필요하며, 또한 이를 저가로 인쇄하기 위한 R2R 인쇄 공정의 개발이 필요하다.

RFID 태그 등의 전자 소자 및 전자 회로를 인쇄 방식을 이용하여 제작하기 위해서는 플라스틱

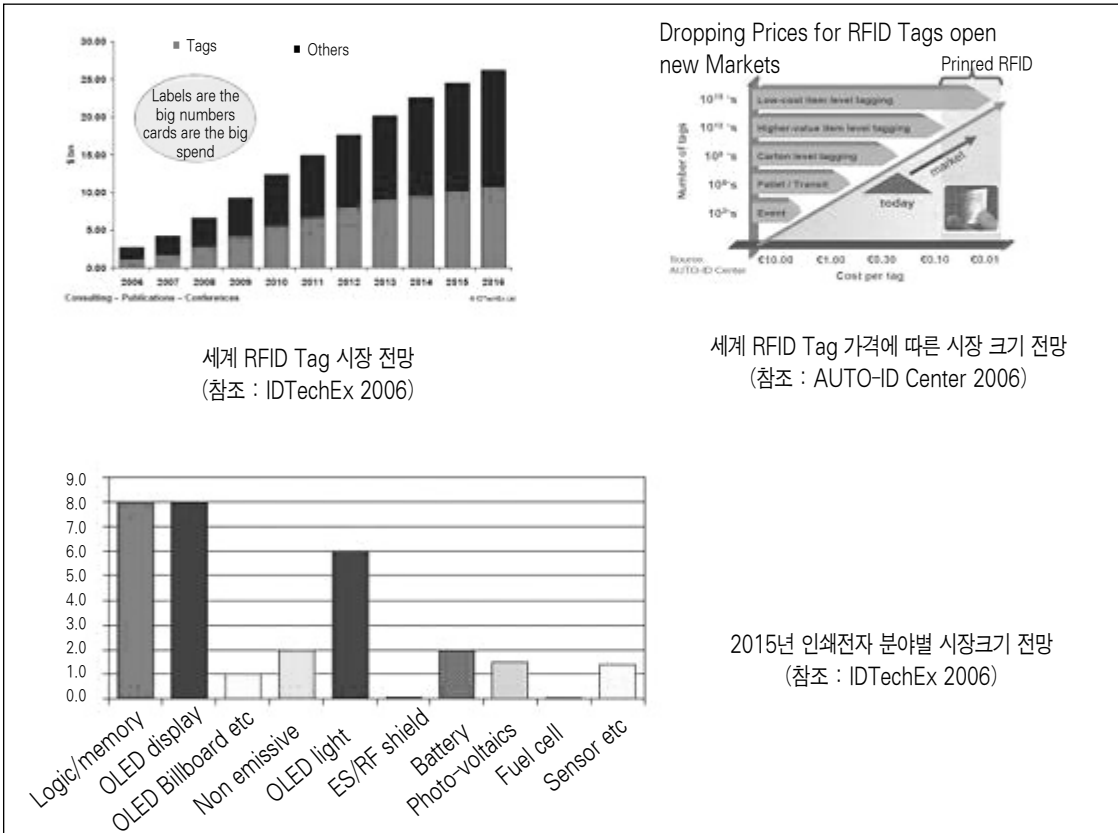
인쇄 기판의 선정이 우선되어야 하며, 인쇄 방식에 적용하기 위한 전자 잉크의 개발이 필요하다.

본 연구팀에서는 자체 기술을 이용하여 전자 잉크를 생산하여 전자 소자 제작에 이용하고 있다. 인쇄 RFID를 위한 전자 잉크는 크게 전도성 잉크, 반도체 잉크, 유전체 잉크로 구분할 수 있다. 전도성 잉크는 금속나노입자를 이용한 금속 잉크와 전도성 고분자를 이용한 잉크를 개발하고 있으며 전도성 향상 및 인쇄 적합성 개선에 주안점을 두고 연구를 진행 중이다.

능동형 전자 소자 개발의 핵심이 되는 반도체 잉크는 고이동도를 가지는 물질인 CNT를 이용하여 개발하고 있으며, 잉크젯 인쇄 및 R2R 인쇄에 적합한 특성을 가지는 반도체 잉크를 개발 중이다.

또한 도체 사이의 절연이나 TFT의 게이트 분

[그림 3] 인쇄 전자 시장 전망



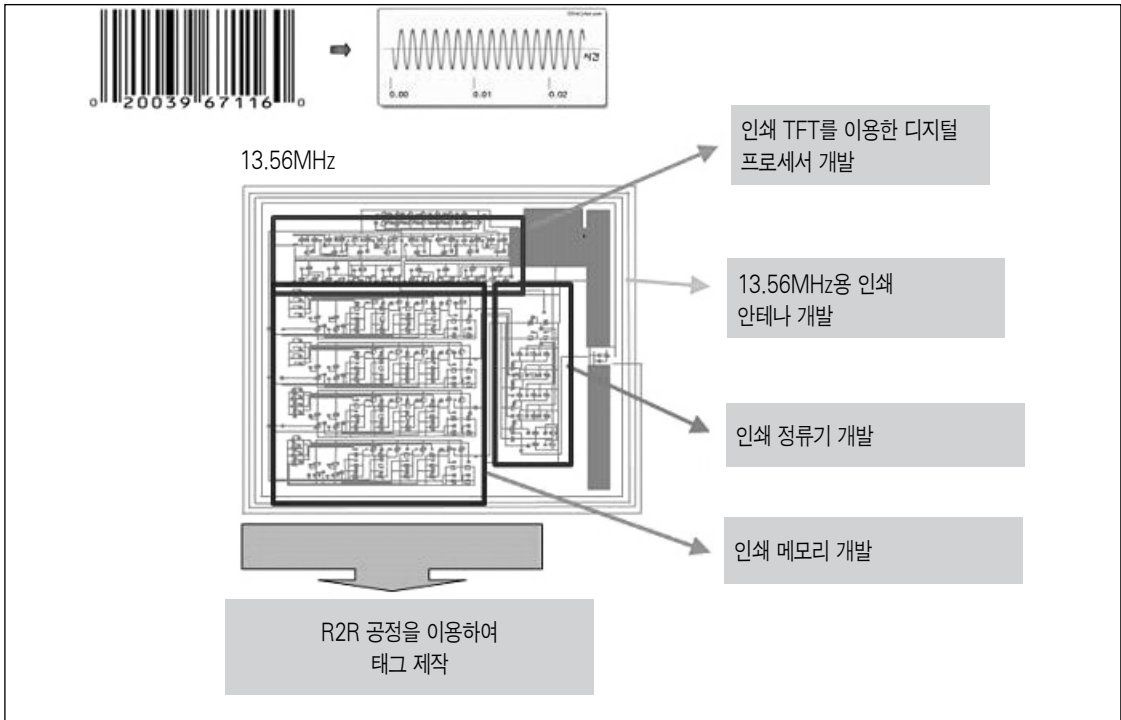
리를 위한 유전체 잉크는 고분자를 이용한 잉크와 유.무기 복합체를 이용한 잉크를 개발중이며, 표면 특성 및 유전율 향상을 위한 연구를 진행중이다. 이러한 전자 잉크를 이용하여 인쇄 안테나, 인쇄 정류기, 인쇄 트랜지스터 등을 개발하여 최종적으로 인쇄 RFID 태그를 제작하려 한다.

본 연구팀에서는 2006년 인쇄 방식을 이용하여 도난 방지용 태그인 EAS 태그 개발에 성공한 바 있다. 이러한 기술력을 바탕으로 하여 전도성 잉크를 이용한 UHF 대역 및 HF 대역의

RFID 안테나를 개발 중이다. 금속과 반도체 물질의 정류성 접촉원리를 이용한 다이오드의 개발과 R2R 인쇄 방식을 이용한 평행판 캐패시터의 개발하고 이를 인쇄 안테나와 결합하여 인쇄 정류기의 개발을 진행 중이다. 능동형 전자 소자의 핵심 부품인 트랜지스터 또한 R2R 인쇄 방식을 이용하여 개발하고 있다. 제작된 인쇄 트랜지스터를 이용하여 인버터, 로직 게이트, 링 오실레이터 등의 인쇄 회로를 설계하고 제작하며, 성능 측정을 통하여 소자 및 회로의 성능을 개선하려 노력하고 있다.



[그림 4] 인쇄 RFID 연구 개발 목표



이러한 모든 소자들을 R2R 인쇄 방식을 이용하여 제작하기 위하여 그라비아 인쇄, 플렉소 인쇄 등 전자 소자 인쇄에 적합한 여러 가지 인쇄 방식을 도입하여 인쇄 공정 기술 개발을 진행 중이다.

향후 인쇄 RFID 태그의 기술 개발 및 상용화를 위해서는 저가의 전자 잉크 기술의 개발, 인쇄 TFT의 성능 개선, 인쇄 RFID를 위한 최적의 회로 설계 및 R2R 인쇄 공정 기술을 확립하는 것이 필요하다.

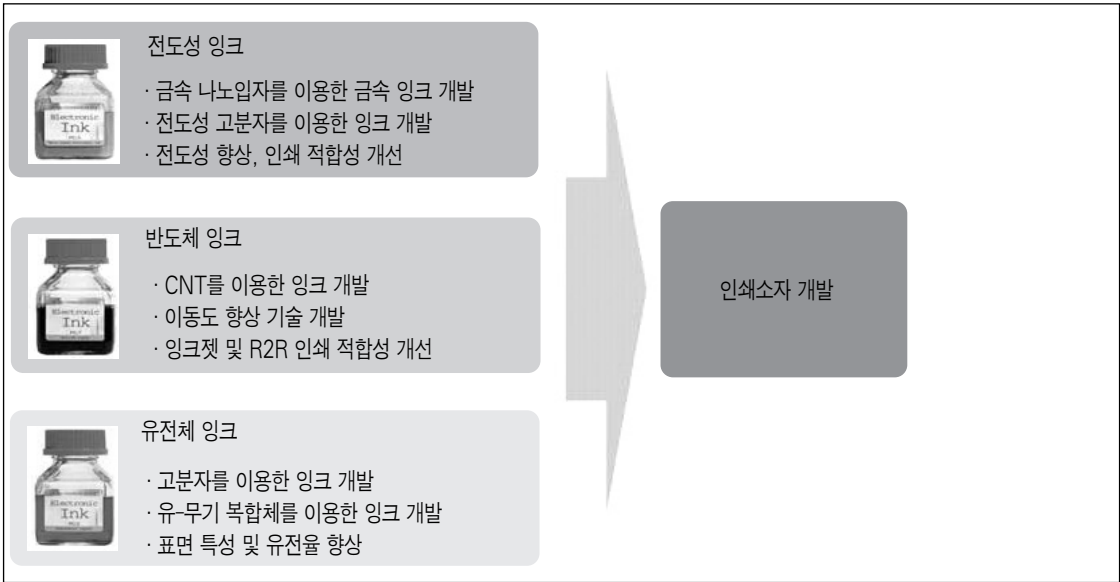
5 파루 소개

1993년에 창립된 파루는 농축산 분야에서 확고한 신뢰를 구축한 회사이다. 원예와 축산 농가

에서 사용하는 온습도 자동제어시스템, 살수 및 농약 자동 분무 시스템, 공기 순환 장치 등 자동화 기술을 바탕으로 한 제품을 꾸준히 공급하고 있을 뿐만 아니라 이를 통해 우리 농축산 농가의 선진화를 주도해 왔다.

파루의 노력으로 세라믹 노즐의 EM마크 인증을 획득하게 되었으며 이로 인해 에어컨 냉방 시스템을 비롯하여 무인 방제 시스템, 정전하 대전 노즐, 온습도 자동 제어 시스템 등 20여개 제품을 파루가 자체 개발할 수 있게 되었고, 이런 성과는 소비자에게 보다 깨끗하고 신선한 환경을 제공하는 데 사용되고 있다. 이런 파루의 노력은 정부와 단체로부터 인정받아, 개발 제품의 수입 대체 효과에 대한 인정은 물론 수출유망 중소기업 지정,

[그림 5] 전자 잉크를 이용한 인쇄 소자 개발

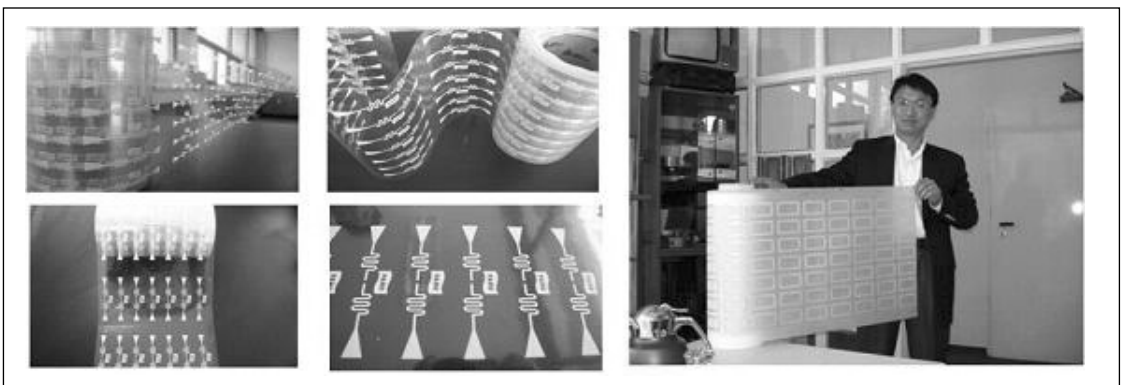


벤처기업 지정 및 벤처기업인 대상, 모범 중소기업인상, 수출 유망 중소기업지정, 유럽인증 CE 마크 획득 등 다양한 업적을 쌓을 수 있게 했다.

이런 경영성과는 파루의 신기술을 향한 부단한 도전에서 출발하고 있으며 75건의 특허, 실용신안, 의장등록 및 출원을 통해 소비자에게 보여주고 있

다. 파루는 현재 환경기술(Environment Technology)과 바이오기술(Bio Technology)을 바탕으로 생활환경, 바이오, 산업환경, 생물환경 등의 분야에서 다양한 사업을 전개하고 있으며 앞으로 이런 토탈 환경 제품을 기반으로 새롭고 푸른 세상을 가꾸기 위해 늘 새로운 기술을 개발하고 최

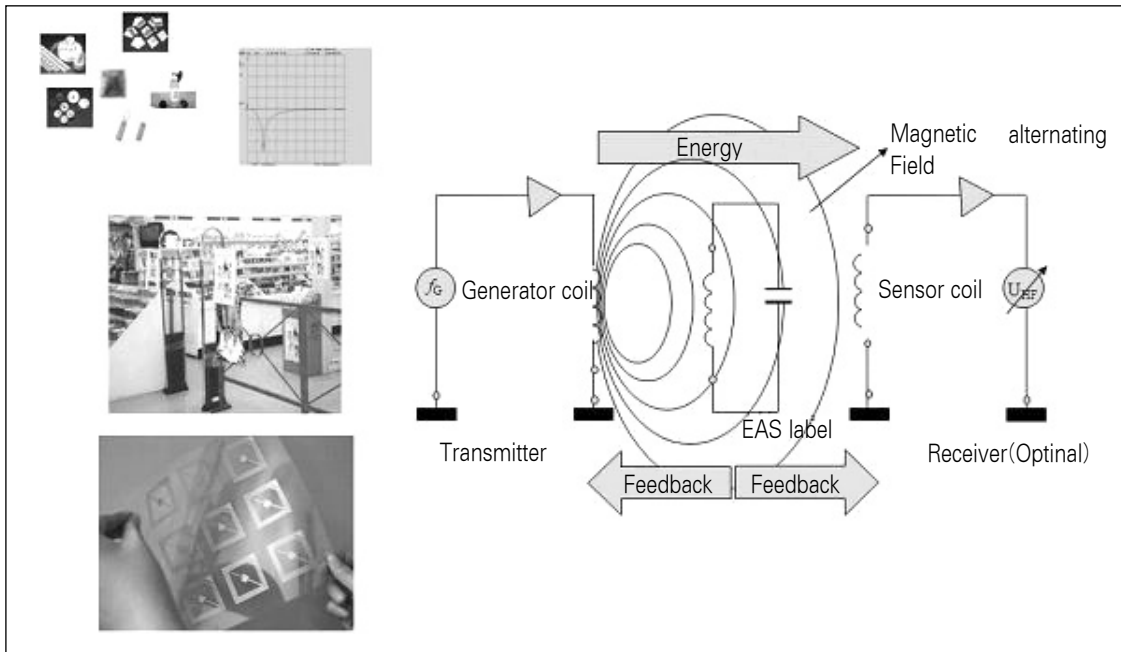
[그림 6] R2R 인쇄 방식을 이용한 UHF, HF 안테나



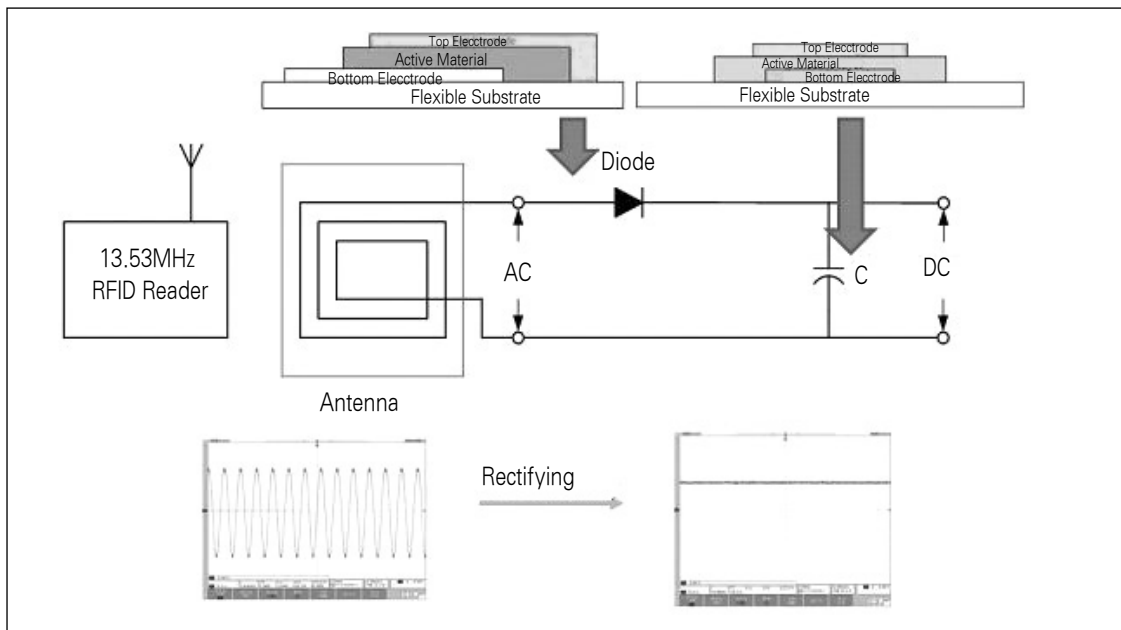


특징

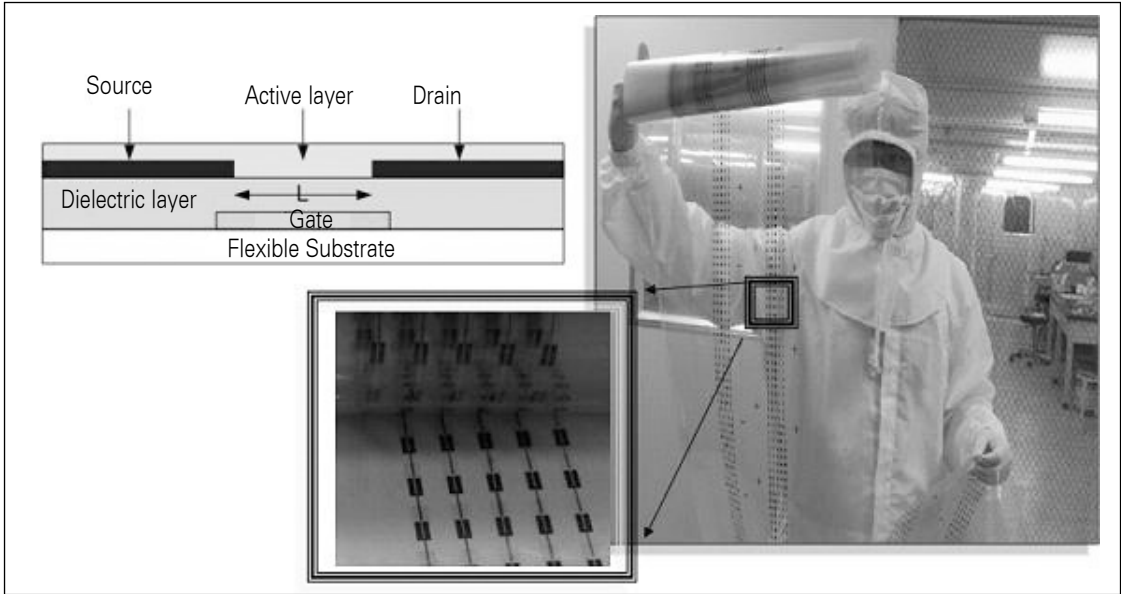
[그림 7] 도난 방지용 태그(EAS) 개발



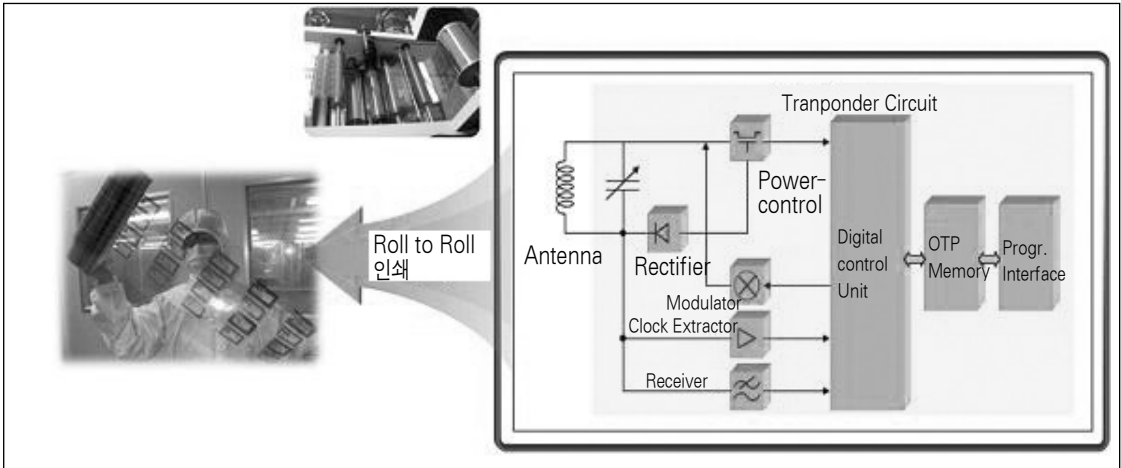
[그림 8] 인쇄 정류기 개발



[그림 9] 인쇄 트랜지스터 개발



[그림 10] 인쇄 RFID Tag 개발



고의 품질과 가치를 제공하는 '토탈 환경 전문기업'으로 성장하기 위하여 최선을 다하고 있다.

최근 인쇄전자 산업의 발전 가능성을 인식하고 초기 투자를 통하여 현재 국내 인쇄 전자 산업의 선

두에서 연구 개발에 매진하고 있다. 이러한 노력을 통하여 인쇄 RFID의 상용화를 앞당기고 인쇄전자 전반에 대한 기술력 확보를 통하여 국내 인쇄 산업을 주도할 수 있도록 최선을 다할 계획이다. [KO]