

Passive RFID Sensor Tag

윤현철 · 김재권 ·
박주용 · 범진욱

서강대학교 전자공학과 및
바이오융합기술 협동과정

I. 서 론

RFID는 Radio Frequency Identification의 약자로서, RFID 태그는 무선 칩을 내장하고, 무선으로 데이터를 송·수신하여 데이터 수집을 자동화한 바코드를 대체할 차세대 기술이다. RFID가 소개된 것은 20여 년 전이었다. 그러나 그간에는 비용과 상용화 기술 등의 문제로 상업화하지 못하였고, 최근 널리 쓰이기 시작하였다. 상품이나 물류와 관련하여 기존에 널리 쓰여온 바코드 방식과 달리, RFID 방식은 사물에 전파를 매개로 하는 초소형 칩(chip)과 안테나를 태그 형태로 부착하여, 안테나와 리더기를 통하여 사물 및 주변 환경 정보를 무선 주파수로 네트워크에 전송하여 처리하는 비접촉형 자동식별 기술로서 포장, 대상 표면의 재질, 환경 변화 등의 여부에 관계없이 항상 인식이 가능하다. 또한 바코드보다 훨씬 많은 정보를 교환할 수 있으므로 정보 통신은 물론, 물류(Logistic), 유통(Distribution), 공급망(Supply Chain), 교통, 환경 등의 다양한 분야에 적용 가능한 차세대 핵심 기술이다. 나아가 스마트 카드 등과 연계하여 사용하면 보안 통제와 같은 다양한 분야에 응용할 수 있다.

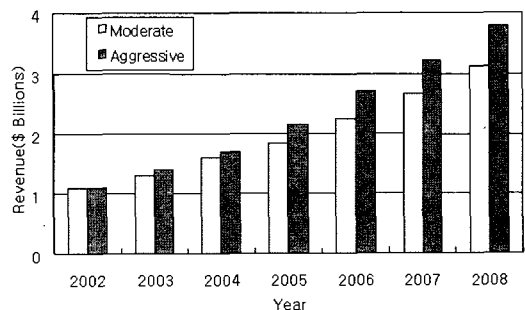
RFID 태그는 배터리의 사용 여부와 동작 방식에 따라 능동형과 수동형으로 나뉘며 리더의 RF 프린트 앤드 설계 구조에 따라 태그의 변조 방식이 달라지게 된다. 수동형(passive) RFID는 태그 내에 내부 전원 없이 리더에서 에너지를 공급받아 정보를 송수

신하는 방식을 말한다. 본 논문에서는 수동형(Passive) RFID를 중심으로 현재의 기술 동향을 소개하고자 한다.

II. RFID 시장 동향

최근 RFID 시장에 대한 관심이 높아지고 있다. 특히 세계적인 유통 체인 업체 월마트가 RFID 기술을 2005년 1월부터 도입하겠다고 발표하면서 이 시장의 성장에 상당한 기폭제가 되었다. RFID는 현재 바코드를 대체할 차세대 주자로 주목 받고 있다. 이에 따라 RFID와 기존 어플리케이션이 결합하면서 응용 분야가 넓어지고 있다. 현재 IT 업계는 미래 성장 분야로 RFID가 주목 받으면서 이에 필요한 어플리케이션과 서비스를 마련하느라 분주하다. RFID는 아

Total RFID Market Value
World Market : 2002 to 2008
(Source: ABIresearch)



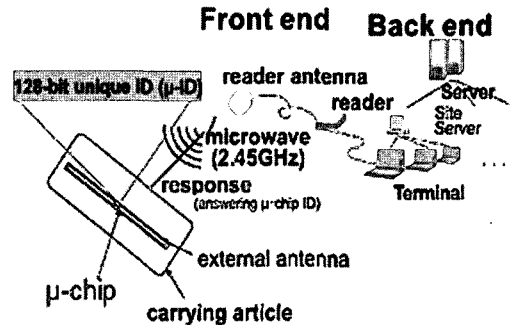
[그림 1] RFID의 향후 세계 시장에서의 가치 분석 표^[1]

직 발전 단계에 있는 기술로 대중적인 상용화에 앞서 해결해야 할 문제도 상당히 많다. 이에 따라 IT 업계를 비롯해 물류, 유통 등 산업계에서는 성장이 유망한 시장 주도권을 미리 잡기 위해 치열한 경쟁전에 돌입했다. [그림 1]은 ABI 리서치에서 예상한 전체 RFID 세계 시장 가치를 나타내는 표로 2008년에는 40억 달러에 가까운 시장 형성을 예측하고 있다.

III. Passive RFID 기술 동향

RFID는 세계 각국에서 여러 가지 응용을 목적으로 개발되어 적용되고 있다. 주로 유럽과 미국을 중심으로 활발하게 연구되어 다양한 결과들을 발표하고 있다. 필립스 반도체와 텍사스 인스트루먼트(TI)가 대부분의 13.56 MHz대 RFID 상용 칩셋 시장을 점유하고 있다. 필립스 반도체의 I-CODE 칩은 512 또는 1,024/2,048 bit EEPROM, 주파수는 13.65 MHz 또는 UHF/2.45 GHz, 동작 거리 최대 1.5 m, 베어 칩 크기는 패드 포함하여 약 1.5 mm×1.5 mm 정도이다. 필립스 반도체의 칩을 기반으로 한 MIFARE 기술은 서울시 교통 카드에 적용 이후 런던, 베이징, 대만 등으로 확대되어 판매된 것으로 알려지고 있다. RFID 태그, 판독기, 서비스 등의 응용 솔루션 제공 업체가 수백개에 이르는데 비해 핵심 칩은 필립스 등 소수 업체에서만 제공되고 있다. 현재 가장 소형인 RFID 태그용 칩은 일본 Hitachi가 발표한 "Mu chip"으로 그 크기는 0.4 mm×0.4 mm×0.06 mm로 38 디지털의 메모리와 128 bits ROM을 갖고 있으며 공식 발표된 가격은 10~20 센트 수준이나 대량 공급 시 더 낮은 단가도 가능하다.

Mu chip은 [그림 2]와 같이 수동 방식으로 전원이 필요 없으며 동작 주파수는 2.45 Hz, 최대 통신 가능 거리는 안테나 없이 1 m, 외부 안테나 부착하면 25 m, 반응시간은 약 20 sec이다. Mu chip의 경우 통신 거리가 아직은 짧은 것이 단점이다. 최근에는 UHF



[그림 2] Mu chip의 시스템 개요

대역을 이용하여 4 m 이상 장거리 판독과 위치 추적이 가능한 수동식 RFID용 트랜스폰더 칩 기술 개발이 ATMEl사와 유럽의 PALOMAR 프로젝트 등을 통해 추진된 바 있다.

국내에서도 정부와 산업계 주도로 RFID 육성 방안을 마련하고 있다. 정통부는 900 MHz 대역 등 신규 주파수 확보와 기술 기준 제정 연구 개발·응용 표준화·테스트 베드 구축 지원 RFID 센터 설립과 산업협의회 구성 등 세부 실행 방안을 마련, RFID를 유비쿼터스 컴퓨팅 인프라로 적극 육성키로 했다. 이렇게 RFID는 응용을 목적으로 많은 연구가 수행되고 있다.

RFID에 관한 표준은 ISO/IEC 18000이 있으며 여러 가지 주파수에 대하여 RFID 표준을 정하고 있다. 이와는 별도로 물체에 고유한 id를 제공하는 EPC (electronic product code)에 대한 EPC global 규격이 지정되어 물류 관리에 있어서 bar-code를 대체할 수 있는 RFID에 대한 표준을 제시하고 있다. EPC class I, II, II와 ISO 18000-6은 passive RFID에 대한 표준으로 passive RFID의 경우 860~960 MHz 대역의 주파수를 사용하며 3 m의 통신거리, 16 km/h의 최대 이동 속도, 256 bit 이상의 data, 초당 500 tag 이상의 인식을 지원하여야 한다^[2].

Passive RFID에 대한 규격인 ISO/IEC 18000-6은

다시 PIE(Pulse Interval Encoding), ALOHA anticollision을 사용하는 ISO 18000-6A와 Manchester coding, adaptive binary tree anticollision을 사용하는 ISO 18000-6B로 나뉘게 된다^[3].

IV. 자동 인식 시스템(Auto ID)^[4]

최근 자동 인식 시스템은 많은 서비스 산업과 구매, 유통, 산업, 생산회사, 물류 시스템에서 각광을 받고 있다. 자동 인식 시스템은 통과 절차에서 사람과 동물, 물건, 생산품에 대한 정보를 제공하는 역할을 한다. 이 같은 자동 인식 시스템은 가장 일반적으로 사용되고 있는 바코드, OCR(Optical Character Recognition), 음성 인식, Smart card, 그리고 현재 가장 각광 받는 기술인 RFID^[4] 등이 있다. 이러한 자동 인식 시스템에 대해 간단히 살펴보면 다음과 같다.

4-1 바코드 시스템

바코드는 병렬 구조로 배열된 검은색 bar와 흰색 gap의 영역을 포함하는 2진 코드이다. 이것은 미리 결정된 패턴에 의해서 배열된다. 넓고 좁은 bar와 gap으로 구성되는 순서는 수직, 문자적으로 해석된다. 바코드는 레이저 빔의 반사에 따른 광학 레이저 스캐닝에 의해 bar와 gap으로부터 코드를 읽는 방식으로 동작한다. 바코드는 제조의 간편성과 값싼 가격 경쟁력으로 지난 20년간 다른 인식 시스템들 중 가장 널리 사용되어 왔으나 접촉식 시스템으로 인한 외부 환경의 영향에 취약한 단점을 지니고 있다.

4-2 Optical Character Recognition

OCR은 1960년에 처음 사용되었다. 그리고 OCR 해독을 위한 기계에 의해 자동적으로 읽혀지는 문자들을 디자인한 특별한 글자체가 도입되었다. OCR 시스템의 가장 큰 장점은 정보 저장량이 높다는 것과 비상시 시각적으로 정보를 읽을 수 있다는 것이다.

오늘날 OCR은 생산, 서비스와 관리 영역 등에서 사용될 뿐만 아니라 수표의 기입을 위해 은행에서도 사용되고 있다. 그러나 OCR은 다른 ID 시스템과 비교하여 복잡한 리더를 사용하기 때문에 가격이 높아 널리 적용되지는 못했다.

4-3 음성 인식 시스템

음성 인식 시스템은 음성 확인을 이용하여 개개인을 확인하는 시스템이다. 음성 확인의 목적은 목소리에 기초하여 제시된 사람을 확인하는 것이다. 이것은 미리 저장된 일정한 패턴에 대하여 음성자의 음성 특징을 체크함으로써 구현된다.

4-4 Smart Card

Smart card는 편리성을 위해 계산 능력을 신용 카드 크기의 플라스틱 카드 안에 일체화한 데이터 전자 저장 시스템이다. Smart card는 1984년에 선불 전화 Smart card의 형태로 시작되었다. Smart card는 접촉면을 통하여 리더로부터 에너지와 clock 펄스를 공급 받는다. 리더와 카드 사이의 데이터 전송은 양방향 시리얼 인터페이스를 이용하여 발생한다. 내부 기능에 따라 메모리 카드와 마이크로프로세서 카드로 구분할 수 있다.

4-5 RFID 시스템

RFID 시스템은 smart card와 달리 리더와 태그간의 접촉 없이 자계 또는 전자계를 사용하여 정보 교환이 이루어진다. 근원적인 기술은 무선, 레이더 엔지니어 영역으로부터 기인되고, 약어인 RFID는 무선파에 의해 송·수신되는 정보 즉, 무선 주파수 인식을 뜻한다. 이것이 다른 인식 시스템과 비교되는 RFID만의 수많은 장점에 기인하며 현재 새로운 대량 시장을 정복하고 있다. 그리고 여러 가지 자동 인식 시스템간의 비교를 통해 다른 RFID의 장단점을 쉽게 알아볼 수 있도록 <표 1>에 나타내었다.

〈표 1〉 RFID 시스템과 다른 ID 시스템과의 비교 표^[4]

System parameter	Barcode	OCR(Optical Character Recognition)	Voice recognition	Smart card	RFID system
Typical data quantity (bytes)	1~100	1~100	-	16~64 k	16~64 k
Data density	Low	Low	High	Very high	Very high
Machine readability	Good	Good	Expensive	Good	Good
Readability by people	Limited	Simple	Simple	Impossible	Impossible
Influence of dirt/damp	Very high	Very high	-	Possible(contact)	No influence
Influence of (opt.) covering	Total failure	Total failure	-	-	No influence
Influence of direction and position	Low	Low	-	Unidirectional	No influence
Degradation/wear	Limited	Limited	-	Contacts	No influence
Purchase cost/reading electronics	Very low	Medium	Very high	Low	Medium
Operating costs (e.g printer)	Low	Low	None	Medium(contact)	None
Unauthorised copying/modification	Slight	Slight	Possible* (audio tape)	Impossible	Impossible
Reading speed (including handling of data carrier)	Low~4 s	Low~3 s	Very low >5 s	Low~4 s	Very fast ~0.5 s
Maximum distance between data carrier and reader	0~50 cm	<1 cm Scanner	1~50 cm	Direct contact	0~5 m, microwave

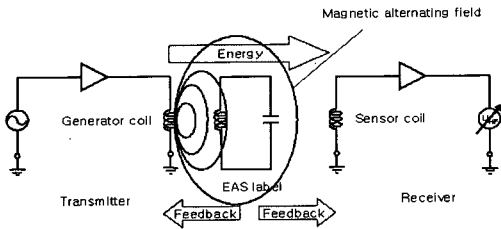
V. Passive RFID 시스템

RFID 태그(Transponder)는 일반적으로 Active 태그와 Passive 태그로 나뉜다. 전자의 경우는 태그 내에 전지가 내장되어 있고 후자의 경우는 Reader의 전파 범위 내에서 에너지를 얻는다. Active 태그는 원거리·Data 송·수신이 가능하나 가격이 비싸고 내부 전지 수명의 제약을 받는다. 이와는 반대로 Passive 태그는 일반적으로 안테나 코일과 칩으로 구성되어 Reader에서 방출하는 전자기장 범위 내에 태그가 들어 가면 태그의 안테나 코일에 인가된 AC 전압을 DC로 정류하여 칩에 필요한 전원으로 사용한다. 이외에도 미국 Inkoda사의 종이나 플라스틱에 매우 얇은

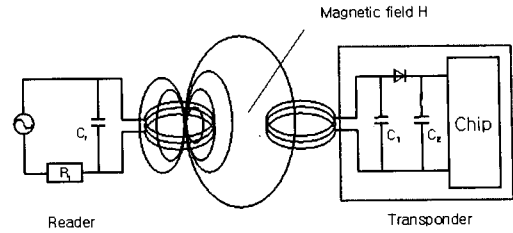
금속 파이버를 내재하여 전파의 투과와 산란을 만들어 내 고유 식별이 가능한 1센트 이하의 chipless 태그와 표면 탄성파를 이용하여 무선 센서와 RFID를 결합한 SAW(Surface Acoustic Wave) 태그 등이 있다. 따라서 대량 생산을 요구하는 RFID 시장에서 각광 받고 있는 passive 태그들에 대해 살펴보면 다음과 같다.

5-1 1-bit 태그(1-bit Transponder)

1 bit는 정보를 묘사할 수 있는 가장 작은 양으로써 오직 두 가지 상태만이 이 시스템에 나타날 수 있다. 따라서 1 bit 태그를 이용하는 주 사용 영역은 일반적으로 대형 마트 등에서 사용되는 도난 방지



[그림 3] RF를 이용한 1 bit 태그^[4]



[그림 4] 유도결합을 이용한 passive 태그^[4]

(EAS: Electronic Article Surveillance) 시스템이다. 1 bit 태그를 구현할 수 있는 방법은 여러 가지 방법이 있으나 그 중 passive 방식의 RF(Radio Frequency)에 의한 방법을 살펴보면 RF는 공진 주파수를 정하기 위해 조정하는 LC 공진 회로에 기본을 두고 있다.

[그림 3]과 같이 리더는 무선 주파수 범위에서 교류 자계를 발생시킨다. 리더는 특정 주파수에 발진하는 LC 회로로 구성되어 있다. EAS label이 태그 리더에 의해 발진하는 코일의 자계 내에 놓이게 되면 코일에서 유도 기전력에 의해 EAS label의 센서 코일에서 이 유도 기전력의 변화를 감지하여 도난 방지 시스템이 작동 된다. 보통 전압의 크기는 매우 낮아서 감지하기 어렵다. 도난 방지 시스템이 부착된 물건이 정상적으로 판매가 되면 그것들의 도난 방지 시스템을 비 활성화 시키기 위해 강한 자계를 발생시키는 비활성기로 1 bit 태그의 캐패시터를 파괴한다. 이와 같은 방법으로 1 bit 태그를 이용하여 간단히 도난 방지 시스템을 구현할 수 있다. 현재는 물품에 스티커 형식의 라벨 모양인 박판 사이에 에칭된 코일을 삽입한 형태로 사용한다. 이 외에도 1 bit 태그를 이용하여 도난 방지 시스템을 위한 Microwave, Frequency divider, Electromagnetic, Acoustomagnetic 방법^[4] 등이 있다.

5-2 유도 결합을 이용한 Passive 태그

보통의 간단한 물리적 현상만을 이용한 1 bit 태그

와는 달리 이 태그는 data 이동 장치와 함께 마이크로 칩을 사용한다. 저장 용량은 수 킬로바이트이고 data 이동 장치로부터 정보를 읽거나 쓰는 일이 가능하다.

유도적으로 결합된 태그는 data 이동 장치 역할을 하는 마이크로 칩과 안테나 역할을 하는 코일을 가지고 있다. 이것은 마이크로 칩의 동작에 필요한 전력을 리더로부터 공급 받아 동작하므로 항상 passive로 동작한다. 리더의 안테나는 강한 전자계를 생성하고 이것은 태그와 리더의 거리를 고려한 교류 자계로 취급된다.

[그림 4]와 같이 리더의 코일에 의해 강한 전자계가 발생되면 트랜스폰더의 코일에서 인덕턴스에 의해 전압이 발생되고 이 전압은 정류 회로에 의해 정류되어 마이크로 칩의 전력 공급을 위해 제공된다. 리더와 트랜스폰더에 존재하는 C는 각각의 공진 회로를 구성한다. 이와 같은 방법으로 트랜스폰더에 존재하는 마이크로 칩에 전압이 공급되면 리더와 트랜스폰더간의 data read/write 기능을 수행할 수 있다. 일반적으로 버스 및 지하철에 사용되는 교통 카드가 이와 같은 원리를 이용한 passive RFID 시스템이다.

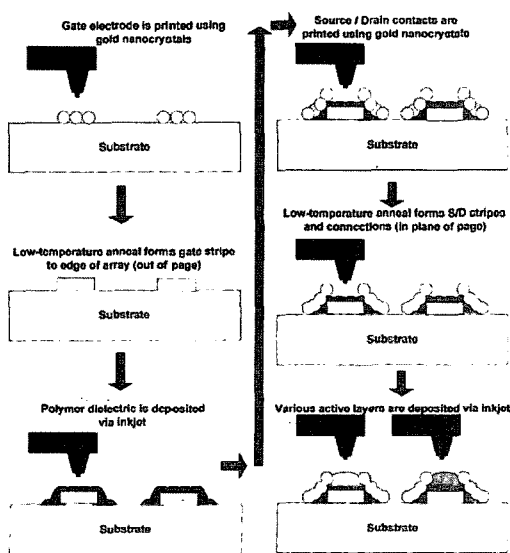
5-3 Polymer Tag

전자 회로를 인쇄하여 구현하는 printed electronics는 저가로 전자 회로를 만들 수 있는 좋은 방법이다. 저가로 ID를 만들어야 하는 RFID의 응용을 위해 여러 가지 다양한 구현이 시행되고 있다. ParmodTM

ink^[5] 등 금속이 포함된 잉크를 이용하여 안테나와 금속선을 인쇄하여 제작하는 부분에서 트랜지스터를 잉크로 만드는 부분까지 가능하게 되었다. Printing 기법으로 제작된 inductor의 경우, Q가 약 30 정도까지 구현되어 magnetic coupling에 의해 에너지를 전달하는 13.56 MHz 응용에 무리 없이 사용될 수 있다^[6]. Polymer 기판에 제작될 수 있는 트랜지스터는 polysilicon TFT, amorphous Si TFT, printed organic TFT 등 여러 가지 형태가 있다. Polysilicon TFT와 amorphous Si TFT는 plastic 기판 위에 제작된다고 할지라도 여전히 구현 단가가 높아 초저가 RFID를 위해 organic TFT가 많이 연구되고 있다^[6]. TFT transistor의 제작 과정을 설명하면 [그림 5]와 같다.

이 같은 기술 발달을 기반으로 하여 Siemens와 Kurz가 공동 출자한 독일의 PolyIC는 125 kHz에서 약 5cm의 통신거리를 갖고 organic 물질로만 제작된 IC를 2004년에 발표하였다^[7].

VI. 표면 탄성파(SAW: Surface Acoustic Wave)를 이용한 태그



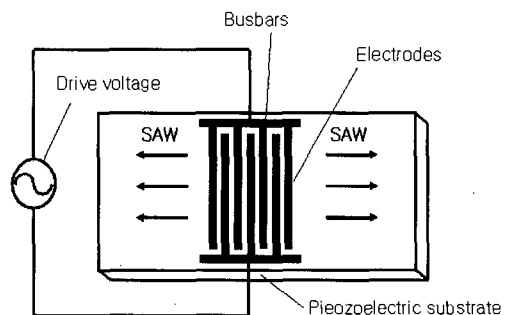
[그림 5] Printed transistor의 제작 과정^[6]

앞에서 설명한 passive RFID 태그는 1 bit만을 체크하는 것과 같이 단순한 기능만을 수행하거나 혹은 마이크로 칩이 내장되어 가격적인 측면에서 경쟁력이 떨어진다. 인식거리 또한 증가시키기 어려운 단점이 있다. 이러한 단점을 보완하는 passive 태그로써 표면 탄성파를 이용한 SAW(Surface Acoustic Wave) RFID 태그가 활발히 연구 중이다.

잘 알려진 바와 같이 SAW를 이용한 device는 TV set, satellite receiver, 그리고 Keyless-entry system, SAW sensor^{[8],[9]} 등에 사용되고 일반적으로 압전물질인 Quartz나 LiNbO₃ (LN)을 사용한다.

표면 탄성파란 외부의 열적, 기계적, 전기적 힘에 의한 입자들의 운동으로부터 발생하는 물질파로서 고체 또는 액체에서만 존재한다. 또한 1895년 지진의 실체는 엄청난 에너지를 갖고 있는 표면파라는 것을 처음 발표한 Rayleigh 경이 최초로 제안했다고 하여 Rayleigh Wave라고도 한다.

표면 탄성파를 이용하여 가장 효율적이고 보편적으로 RFID 태그를 만드는 방법은 [그림 6]과 같이 IDT(Interdigital Transducer) 구조를 만드는 것이다. IDT는 압전기판에 서로 맞물리게 배열된 금속 전극은 SAW device의 핵심이며, electrical 신호와 acoustic 신호간의 interface 역할을 한다. 이와 같은 IDT에 전압을 인가하면 SAW 신호가 발생되고 발생된 SAW 신호는 전자파보다 약 10만분의 1의 느린 속도로 압



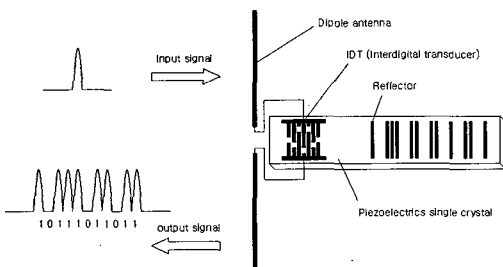
[그림 6] IDT unit cell

전 기관 표면을 진행하게 된다.

이러한 표면 탄성파의 성질을 이용하여 RFID 태그로 적용하기 위해 일반적으로 [그림 7]과 같이 구성한다. IDT는 긴 압전 기관의 끝에 위치하게 되고 동작 주파수에 대한 적합한 안테나는 busbar에 부착된다. 이는 전기적 신호들과 표면 탄성파간의 변환을 위해 사용된다. 리더(저가의 radar unit^[10]에 기초를 둔 방식이다)에 의해 발생한 특정 주파수의 전기적 임펄스는 태그의 안테나를 통해 busbar에 인가되는 전기적 임펄스로 태그에 전기적 신호를 가하게 된다. 이 신호가 태그에서 IDT에 형성된 전극간의 압전 효과로 인해 기관 표면에 기계적 변형을 발생시키게 되고 이것은 표면파(Surface Wave)의 형태로 IDT의 양 방향으로 진행하게 된다. 진행되는 표면파는 횡 방향으로 기관을 통해 진행하고 표면파의 주파수는 리더에서 송신하는 펄스의 반송파 주파수와 일치한다. 이렇게 진행된 표면파는 반사판(reflector)에 의해 반사되어 표면파의 형태로 IDT로 들어가 압전효과에 의해 IDT의 busbar에서 전기적 임펄스를 생성하고 [그림 7]에서의 output signal과 같은 형태로 리더에서 읽혀진다. Output signal의 펄스 수는 SAW 태그의 표면에 형성되는 반사판의 수와 일치한다.

이와 같이 리더에 수신되는 output signal은 PSK (Phase Shift Keying) 등의 변조 방식을 통해 디지털 정보화 된다^[11].

위에서 설명한 것과 같이 표면 탄성파를 이용한



[그림 7] SAW를 이용한 RFID 시스템^[4]

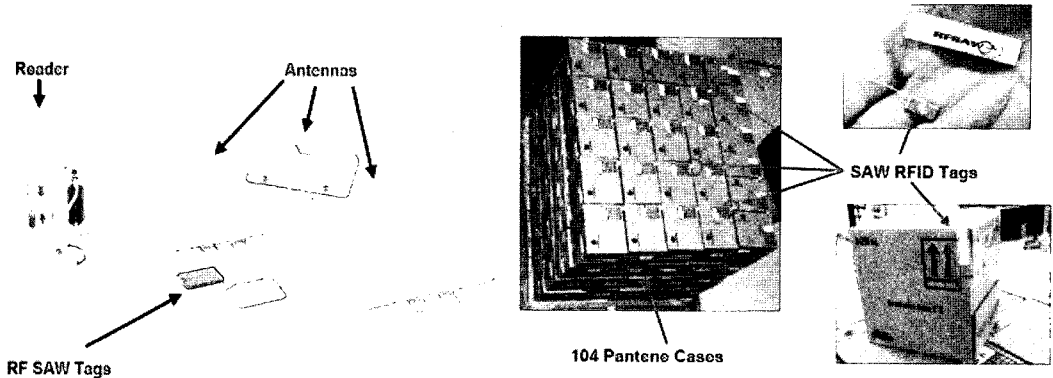
RFID 시스템의 장점은 우선 passive 태그이므로 태그 내부의 전원이 필요 없고, 앞에서 설명한 바와 같이 현재 사용되고 있는 passive RFID 태그에 비해 5~10 m^[11]인 인식 거리를 가지고 길게는 약 30 m^[12]의 인식거리를 가진 SAW RFID 태그도 소개되었다. 또한 수 마이크로 세컨드의 빠른 readout 시간을 갖는다. 그리고 다양한 환경 센서로서 위험하거나 불편한 장소의 환경을 체크하는 RFID와의 접목이 가능하다. <표 2>는 SAW를 이용한 환경 센서들의 특성을 나타낸다.

따라서 SAW를 이용한 passive ID 태그는 긴 인식 거리와 빠른 readout 시간 특성을 가지므로 무선 시스템 적용이 용이하고 자유출입 주차 시스템 및 지하철 옆면에 장착되어 single ID 시스템에 적용되고 있다^[14].

또한 RF SAW, INC.에서 SAW를 이용한 single

<표 2> SAW sensor의 사용 예^[13]

Measured parameter	Main principle	SAW-const ruction	Sensitivity
Temperature	Temperature coefficient of phase velocity	Resonator	7 kHz/K
Force	Strain dependence	Dual delay line	1800 Hz/N
Pressure	Strain dependence	Fesonator / membrane	2.5 kHz/psi
Acceleration	Flexion	Dual delay line / beam	3279 Hz/G
Voltage	Electrical strain	Lamb-wave delay line	200 Hz/V
Chemical	Surface layer conductivity, stiffness, thickness or mass	Delay line	10 kHz/g
Flow	Temperature dependance / thermic flow	Delay line	142 kHz* min/l



[그림 8] RF SAW, INC.사의 SAW RFID 시스템^[12]

worldwide passive RFID 시스템을 제작하였다. 제작한 SAW RFID 태그는 16 bit~96 bit의 read-only 방식이고 2.45 GHz EPC global 기준에 적합하다. 또한 100 feet(약 30 m)의 read range를 구현하였고 RFSAW, INC.는 향후 2007년까지 SAW RFID가 전체 market share의 10 % 가량을 차지할 것이라고 예상했다^[15]. 구현된 SAW RFID 시스템은 [그림 8]과 같다.

이와 같이 SAW를 이용한 passive RFID 시스템은 read-only라는 단점이 있지만 기존의 1 bit 태그에 비하여 많은 data 용량은 갖고, IC를 이용한 RFID 시스템에 비해 긴 인식거리와 저렴한 가격으로 많은 장점을 갖는다. 따라서 물품 관리 및 앞서 설명한 환경 센서 분야에서 SAW를 이용한 passive RFID 시스템은 더욱 발전할 것이다.

Ⅶ. 결 론

Digital convergence, Device convergence 등 현재 기술의 발전 방향은 이미 유비쿼터스 시대를 대비하고 있다. 이러한 점에 비추어 볼 때 사물에 RFID 칩을 내장하고 무선으로 데이터를 송·수신하여 데이터 수집을 자동화하는 RFID 태그 기술은 가까운 미래

의 유비쿼터스 시대 핵심 기술이 될 것이다.

RFID 기술 중 passive RFID 시스템은 active RFID 시스템과 IC 칩에 비해 상대적으로 저렴한 가격과 제작이 용이하다. 또한 태그 내부에 전원이 필요 없으므로 전원에 의존하지 않는 장점을 갖는다. 그리고 passive RFID 기술 중 SAW를 이용한 RFID 시스템은 상대적으로 긴 read range 갖고, 작은 면적을 차지하여 물류 관리나 환경 센서 등에 읽기 전용의 저렴한 태그 제작 가능성을 가지고 향후 passive RFID 시장에서 충분한 가격 경쟁력을 갖출 수 있다. 결국 앞으로의 태그 기술은 읽기 전용의 RFID 태그 가운데 SAW를 이용한 RFID 태그 기술이 큰 발전을 이룰 것이다. 이에 따라 환경 센서로서의 역할도 발전해 나갈 것이다. 따라서 광범위한 시장에서의 경제성을 갖추기 위해서 passive RFID 시스템의 개발과 읽기 전용의 저렴한 SAW를 이용한 RFID 태그 기술 연구가 시급히 요구된다.

감사의 글

본 연구는 정보통신부 및 정보통신 진흥 연구원의 대학 IT 연구센터(차세대 RFID/USN 기술 연구센터) 육성·지원 사업의 연구결과로 수행되었습니다.

참 고 문 헌

- [1] 전자부품연구원, "유망전자기기, 부품현황 분석", 전자 정보센터, <http://www.eic.re.kr>
- [2] Craig K. Harmon, "RFID program", <http://www.autoid.org/presentations/presentations.htm>, 2004.
- [3] J. Preishuber-Pflugl, "Passive UHF RFID technology", *2004 RFID Workshop*, Sep. 2004.
- [4] Klaus Finkenzeller, *RFID Handbook*, 2nd Ed., England: Wiley, pp. 1-41, 2003.
- [5] Parmod TM, US Patents 5,882,722; 6,036,889; 6,379,745.
- [6] V. Subramanian, J. M. J. Frechet, P. C. Chang, D. C. Huang, J. B. Lee, S. E. Molesa, A. R. Murphy, D. R. Rediinger, and S. K. Volkman, "Progress toward development of all-printed RFID tags: Materials, processes, and devices", *Proceedings of The IEEE*, vol. 93, no. 7, pp. 1330-1338, 2005.
- [7] PolyIC demonstrate polymer-driven RFID tag, 15, Oct. 2004.
<http://www.idtechex.com/products/en/articles/0000091.asp>
- [8] W. Göpel, J. Hesse, and J. N. Zemel, "Acoustic surface wave device", in *Sensor., A Comprehensive Survey*, vol. 8: "Micro-and nanosector technology/trend in sensor markets", Weinheim: Ger-many, pp. 135-157, 1995.
- [9] R. M. White, "Acoustic sensors for physical, chemical and biochemical application", in *Frequency Control Symp. Dig.*, pp. 587-594, 1998.
- [10] M. I. Skolnik, *Introduction to Radar System*, 2nd Ed., New York: McGraw-Hill, 1980.
- [11] Wolf-Eckhart Bulst, Gerhard Fischerauer, "State of art in wireless sensing with surface acoustic waves", *IEEE Transaction on Industrial Electronics*, vol. 48, no. 2, Apr. 2001.
- [12] Clinton Hartmann, "SAW RFID in sea based logistics operations", RF SAW, INC. Richardson, Texas.
- [13] Werner Buff, "SAW sensor system application", *IEEE Microwave System Conference*, 7B-3, pp. 215, 1995.
- [14] G. Scholl, C. Korden, E. Riha, and C. C. W. Ruppel, "SAW-based radio sensor system for short-range applications", *IEEE Microwave Magazine*, Dec. 2003.
- [15] C. S. Hartmann, P. Brown, and J. Bellamy, "Design of global SAW RFID tag device", *Proceeding of the Second International Symposium on Acoustic Wave Device for Future Communication Systems*, Chiba Univ. Japan, Mar. 2004.

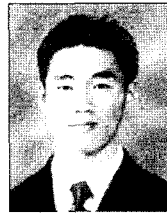
≡ 필자소개 ≡

문 현 철



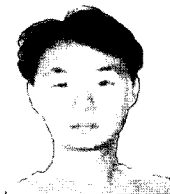
2004년: 서강대학교 전자공학과 (공학사)
2005년~현재: 서강대학교 전자공학과 석
사 과정
[주 관심분야] RFID, RFIC, Remote
Sensing

박 주 용



2005년: 서강대학교 전자공학과 (공학사)
2005년~현재: 서강대학교 전자공학과 석
사 과정
[주 관심분야] RFID, RFIC, Remote
Sensing

김 재 권



2000년: 청주대학교 전자공학과 (공학사)
2002년: 서강대학교 전자공학과 (공학석사)
2005년~현재: 서강대학교 전자공학과 박
사 과정
[주 관심분야] RFID, RFIC, Remote
Sensing

범 진 욱



1987년: 서울대학교 물리학과 (이학사)
1989년: 미시간대학교 물리학 (이학석사)
1995년: 코넬대학교 응용물리학 (이학박사)
1995년~1996년: 코넬 대학교 박사 후 연구원
1996년~1998년: Bell Labs. PMTS
1998년~현재: 서강대학교 전자공학과 교수
[주 관심분야] RFIC, RFID, Remote
Sensing