

SAW RFID 태그개발을 위한 기술정보 분석

박 종만, 박 세환, 박 수일, 신 동필 *한국과학기술정보연구원

Customized Information For SAW RFID Tag Research & Development

Park Jong Man, Park Se Hwan, Park Soo Il, Shin Dong Phil

Korea Institute of Science and Technology Information

E-mail : jmp21c2008@reseat.re.kr

요 약

칩의 초소형화, 태그의 초저가화를 위한 Chipless RFID 기술은 핵심쟁점인 1센트 이하의 상용화 실현까지는 아직 시간과 투자가 더 필요하다. 중소태그업체에서 Chipless 기술의 일종인 표면탄성파(SAW: Surface Acoustic Wave)를 이용하는 RFID 태그의 연구개발과 전략상품화가 시급하고 관련 상세정보의 획득과 전략수립이 필수적인 상황이다. 이에 특정 중소기업의 SAW RFID태그 제품개발 및 시장진입전략, 태그기술 발전을 위해 개발 및 시장정보, 특허정보를 분석 연구한 사례를 제시한다.

1. 서론

업체¹⁾는 Chipless 기술의 일종인 표면탄성파(SAW: Surface Acoustic Wave) RFID 태그의 전략상품화를 추진하면서 기술도입과 개발추진에 대한 추가적인 정보를 절실히 필요로 하여 KISTI에 맞춤형 정보지원을 신청하였다. 이에 업체가 애로 기술 극복, 기술개발목표 및 전략수립, 상품기획 및 개발로드맵을 수립·작성하고 시행할 수 있도록 SAW RFID 태그 기술개발, 시장, 특허관련 정보를 분석지원하고 컨설팅 한다.

2. 개발동향

국내에는 Chipless RFID기술 중 SAW RFID기술에 관심이 상대적으로 적었지만 해외에서는 이미 역점을 두고 추진해온 기술이다. 최근 NASA에서도 SAW태그를 유니폼이나 쓰레기봉투 식별에서 우주센터나 우주정거장의 자산관리에까지 적용시

험을 고려[1]할 정도로 기술저변이 확대되어 가고 있다. 유럽, 미국은 상용화와 원천 기술 분야, 일본은 소자설계분야에서 기술 및 특허를 주도하고 있다. 초기의 SAW RFID태그는 미국 캘리포니아나 노르웨이 오슬로의 차량요금징수, 독일 뮌헨 지하철 차량관리, 기타유럽국가의 철도차량확인 및 차량 브레이크 온도감지, 고 전압 변압기 증폭전압 온도 감지, Calvin Klein 등의 item 식별 등에 사용되며 발전되어 왔다. SAW RFID 태그는 저 전력 구동, 장거리 인식, 금속 및 액체용 태그, 고온 작동, 방사 내구성 등의 기술적 특성과 저가격으로 장점이 있음에도 불구하고 초기 SAW RFID 태그는 ID의 유일성, 에러 검출, 태그충돌방지, 데이터 용량 부족과 수동형 읽기기능의 제한요인 등으로 상업적 측면에서 다른 Chipless RFID 태그보다 관심이 적었다. 2000년 이후 SAW RFID 태그는 태그소형화, 인식거리 증가, 데이터 용량의 증가, 유일성의 부가, 에러검출코딩, 충돌방지 알고리즘 개발, 태그소자개발 등으로 SAW RFID 태그의 기술 완성도를 높여왔다. SAW RFID 태그 전문업체인 미국의 RFSAW사는 주로 대량의 저가격화 SAW RFID 태그를 목적으로 사실상의 업계표준을 주도

1) 플레닉스(주)

* 본 연구는 한국과학기술정보연구원 2008 업체 맞춤형정보지원 연구과제의 연구비지원에 의하여 연구되었음.

* 교신저자: 박종만(jmp21c2008@reseat.re.kr)

하고자 GST(Global Saw Tag) 프로젝트를 진행시켜 신제품을 출시 해왔다. 신제품의 주요 개발내용으로는 첫째, 데이터 그룹 당 다수 펄스와 동시위상을 가진 시간중복 펄스 모듈레이션 하는 데이터 그룹구조의 설계 구현 둘째, 충돌방지를 위한 2.45GHz 협대역 빔 안테나를 사용과 신호 필터링 알고리즘과 구조 개발 셋째, 태그인식거리 증가시키기 위해 탄성감쇠, 압전 저항, 반사손실을 최소화하는 반사기(reflector) 설계 넷째, 직선형태의 개방회로(open-circuit) 반사기에서 SAW의 굴곡과 급격한 증폭변화에 의한 위상과 진폭의 굴절로 삽입손실 증가를 발생시키므로 이를 해결하기 위한 굴곡보상 리플렉터 구조설계를 제시하였다[2~5].

물리, 화학, 전기, 기계적 센서와 ID가 결합된 형태의 SAW 센서와 디바이스의 개발은 RFID 전문업체에서의 SAW RFID 태그로서의 비중보다 주로 기존 센서업체에서 SAW를 이용하는 무선 원격감지센서로서 진화되어 왔다. 전문 소수업체에서 SAW RFID 태그 개발진행 및 기술보유를 발표하고 있으나 실제 SAW 디바이스와 센서, ID제품개발과 응용은 기존 센서업체가 더 활발하다고 추측된다. 미국의 Vectron 및 다수업체들은 BAW, SAW, STW와 Love wave, SH-APM, Lamb-Wave를 이용하여 고체, 기체 및 액체의 감지 센서를 개발해 왔으며 최근 무선 기술을 접목 센서 적용분야를 다양화 해가고 있다[6]. MEMS 및 패키징 분야에서 다층구조로 된 필름/코팅기판의 역할이 중요하듯이 SAW 센서/디바이스의 성능향상을 위해 압전기판 위에 유전, 압전 혹은 비 압전층의 결합구조에 대한 연구개발이 활발하다. 특히 종파 (shear horizontal)형태인 Love wave의 유효성을 입증하고 특성을 이용한 바이오센서 개발이 유망분야로 제시되어 왔다 [7-10].

오스트리아의 자동차엔진관련 업체인 AVL은 고온, 고압, 진동, 충격에 내구성이 있는 센서와 1개의 IDT로 구성된 SAW RFID 태그를 엔진 연소실에 부착하고 온도와 압력을 원격감지 하는 시스템과 고온소자, 태그소형화에 대해 연구 개발해왔다[11]. 고온 SAW RFID 센서의 크리스탈 소재로 LiNbO₃, Langasite, GaPO₄ 를 비교분석하고 적용주파수 한계, 전파감쇠, SH-SAW 사용이점 등을 고려하여 400°C의 고온에서 LiNbO₃이 적절

함을 분석하였다[12]. 기타 유럽의 SAW 관련 벤처들이 지속적으로 소재 및 소자에 대한 연구 활동을 해가고 있다. AVL에 엔진센서와 톨 추적시스템을 공급하는 오스트리아의 CTR은 리치움니오베이트 소재의 SAW 태그와 용해로, 엔진회전부품과 같이 극한환경적용을 위한 태그운영 온도범위가 -55°C~400°C인 태그 하우징을 개발하여 왔으며 식별(ID)은 에칭방법으로 하였다[13]. SAW RFID 태그의 대량생산을 위해 저가격을 위한 크기 최소화가 관건이며 종래의 태그 크기를 축소하는 방법으로 양방향 IDT를 단방향 IDT로 하여 초기자연에 필요한 시간간격을 줄이는 원리로 X축 상에서 반사기의 Z-path 기하형태를 제시하는 방법도 제시되고 있다[14]. 일반적 셀룰로오스 종이는 파이버가 불규칙하게 배열된 종이이지만, 셀룰로오스 마이크로 파이버(micro fiber)가 일정한 배향성을 갖도록 조작함으로써 SAW RFID 기판으로 셀룰로오스 종이를 사용하고 종이위에 박막 필름전극으로 구성된 IDT와 안테나를 구현한 SAW 기반의 환경 친화적인 SAW RFID 수동형 태그도 개발제시되고 있다[15].

국내경우 연구소 및 대학중심으로 SAW RFID 태그와 센서제작 및 특성 연구가 진행되고 있다. 지식경제부가 2008년 초 발표한 태그부문 로드맵에서 태그의 경우 아이템 레벨용 저가 태그 기술, 국산 태그용 IC 경쟁력 강화를 위한 IC와 인레이 패키징 기술, 태그 소형화를 위한 소재기술 개발 계획을 밝힌바 있다. 산업 특화 환경용 저가 특수 태그 기술과 RTLS 핵심 기술, 유기반도체 기반의 Chipless 태그기술은 포함돼 있지만 SAW 태그기술이 직접 언급되어 있지는 않다.

3. 특허동향

2006~2007년까지의 일반 RFID 태그 및 패키징에 관한 특허현황을 분석한 결과는 <표2-1>[16]와 같으며 검토결과 태그형태, 기능개선 등 일반적인 특허 출원이 가장 많았다. 한국과 유럽은 태그 패키징 프로세스 및 제조방법과 관련된 특허 출원이 많은 반면, 미국과 일본은 칩의 실링, 라미네이트 처리, 케이징 등으로 성형처리 관련 특허출원이 많았다. 국은 일본에 비해 출원이 절대 열세이며 성형처리와 태그간 충돌회피 분야에서 뒤지고 있

어 태그 생산공정과 가공공정 기술, 케이싱, 하우스, 성형, 몰딩, 실링 등 2차 가공기술, 태그 충돌 회피 알고리즘의 개발이 시급하다고 분석된다.

[단위 : 건수]

구 분	한국	미국	유럽	일본
태그일반	130	198	104	318
칩/안테나 본딩	29	20	9	44
성형처리	38	62	19	191
패키징 프로세스	40	51	21	67
패키징 테스트	-	25	7	30
태그간 충돌회피	27	47	18	50
계	264	403	178	700

<표2-1>RFID 태그 및 패키징 특허현황(2006~2007)^[16]

2006.12-2008.7월까지 SAW 핵심기술의 일부인 IDT (Interdigital Transducer)에 관한 PCT 특허 60여건 중 40건이 일본(Murata Mfg. Co. LTD 36건, Kyocera 4건)에 집중되어 있는 것으로 조사되었다. 향후 SAW 태그 IDT 관련 기술의 시장영향력이 커질 것으로 분석된다[17]. 최근의 1년간 SAW관련 PCT특허내용은 IDT, 바이오 생성물 감지, 바이오 resonator, 미세유동장치, 박스골판지 태그, 탬퍼태그, 플러그센서, 피부상처치료, 향기센서, 겔 상태측정, 의료센서, 코닝글래스 용해로 측정, 합성기관, 필름센서소자 등 실용적 특허가 다양하게 출원되고 있다. SAW 디바이스의 기계적 온도 특성의 안정화를 구현하기 위해 주파수온도계수의 민감도를 조정하는 방법을 출원했다[18]. 생체계측 도구로서의 SAW 디바이스/센서가 출원되어 현장치료 의료용으로 기술 확대[19]가 진행되고 있음과 적용가능 바이오분야가 강조되고 있다. 부정변경 및 조정 방지를 위해 tamper 태그 기능과 태그의 저가격화를 동시에 고려한 기술출원[17]은 정보보안이외에 물리적보안의 상업적 가치를 부가시키고 있다.

4. 시장동향

국내시장 규모는 알려진바 없으나 2008년 전세계 예상 태그매출 대비 프린팅 태그매출 비율 0.8%나 국내 태그매출액 비율 6.3% 를 가정하면

국내 프린팅 방식의 RFID태그매출은 2008년 12~17억 정도로 거의 Zero-base이나 2015년은 2268억, 2017년 7600억 정도로 증가할 것이다. 그러나 2012년 이후로 Chipless RFID 태그가 급격히 증가해 가더라도 기존 칩에 의한 태그가 완전히 대체되지는 않을 것이며 대체도 상당기간이 걸릴 것으로 보인다. 중요한 것은 수량점유율이 업체의 이익을 보장해주지 않는다는 점이다. 핵심소재의 수명 문제, 낮은 인식 속도 및 최대 인식 거리가 수 cm라는 사실 등 현재의 낮은 기술 수준과 느린 기술 개발 속도 등 부정적 면에서 예상보다 시장 진입 시기가 늦어질 수도 있으나 개발의 초기 단계인 지금부터 기술 및 시장 선점이 반드시 필요하다. 2006년 3월 보스턴에서 열린 RFID Smart Labels USA 2006에서 삼성은 대량생산 경우 실리콘칩 태그가격이 개당 12센트 정도까지 다운 될 것에 대비해서 SAW chipless RFID 태그를 개발하는 프로그램을 발표하였다. 하이닉스는 2009년 하반기 8인치 양산라인에서 유통 물류에 사용하는 900MHz 대역의 RFID칩을 양산, 개당 1센트에 공급함으로써 태그 완제품 가격을 5센트 이하로 낮춘다는 계획을 발표했고 이 같은 칩 가격은 NXP반도체 등 이미 양산 중인 업체 제품의 5분의 1 수준(태그는 3분의 1)이어서 치열한 가격 경쟁을 불러오게 될 것으로 보인다. 이러한 대량생산에 의한 Chip의 저가격화는 국내중소 RFID 태그 제조업체에게 기회와 위기의 양면성을 갖고 있다. 기존 Chip의 저가격화와 Chipless 개발에 의한 저 가격화 태그는 전체 시장을 급격히 확대시킬 것이나 치열한 경쟁으로 대형 칩 제조사 및 관련 파트너 태그업체, 기술력 있는 맞춤형 특수태그 및 센서 제조업체 기준으로 재편될 것으로 보인다. 외국산 칩 의존적이던 업체에겐 선택의 폭이 넓어진다 해도 성장의 한계가 있어 일부업체들은 이미 라벨 태그의 다품종 소량 생산에서 방수용, 액체대응용, 지하매설용, 세탁물 전용, 반도체 공정관리용, 내열성, 내화학성, 내약품성, 극한환경 적응용, 정전기 방지용, 볼트 및 글자 형, 단추 및 로고 형, 특수고무 이용, 세라믹 적용 태그 등 다양한 고부가가치 태그와 특수태그로 영역을 확장해가고 있다. 태그업체와 센서업체간의 전략적 병합시도도 활발해질 것 같다. 따라서 범용 라벨태그의 저가격화 경쟁과

는 달리 특수태그 분야는 틈새시장의 이점이 있어 기존 칩이나 Chipless RFID 태그를 기반으로 한 특수태그 제조의 방향으로 전략을 수립할 수 있다.

2008년 현재 국내에서 Chipless RFID 태그중 SAW RFID 태그 제조를 공개적으로 표방한 업체는 없으나 소수업체에서 연구 및 시험 제작이 진행되고 있는 것으로 알려져 있어 시장선점이 중요하다.

5. 결론 및 제언

상업적 측면에서 향후 2-3년 동안 기존 칩과 가격경쟁이 치열 하겠지만 범용 passive SAW RFID 태그의 수입유통이나 2차 가공판매와 병행하여 반수동/능동 형의 산업용 SAW RFID 태그분야와 다양한 SAW 센서디바이스 특화기술 선점을 위한 연구개발이 바람직하다. 기존 SAW RFID 태그의 몰딩, 케이싱, 하우징, 재포장을 통해 산업용 특화 태그로 제조하는 경우의 태그설계는 2차 가공 소재, 구조, 구조변경과 가공전후 태그 성능을 유지하도록 하는 설계가 관건이다. 태그를 자체설계 제작하는 경우 보다 공정 수는 적으나 균일품질 파라미터 조정유지가 어려워 밀봉구조나 Air gap 등의 경험요소가 기술력의 핵심이 되고 있다.

SAW RFID 태그를 자체설계 제작하고 2차 가공까지 하는 경우는 제작가공 공정이 반도체와 유사하고 경제적 수율을 기대하기 어려워 중소기업에겐 힘든 과제이다. 실험실수준에서 제조하고 대량생산 투자유치나 OEM /ODM 개발 목적이라면 도전해볼 가치가 있다. 실험실수준에서의 제작에서도 데이터 용량구조, 태그의 전체구조, noise 없는 IDT간격, 안테나 이득을 높이는 소재, 충돌방지방법, 손실최소화 리플렉터 설계와 소자가공 등이 중요하다. SAW RFID태그의 제조는 실험실 수준의 성공도 의미 있지만 상용화 대량생산 기술이 핵심이므로 장기간 개발하려는 목적이 아니라면 해외 선도제품을 벤치마킹하여 2차 가공된 SAW RFID 특수태그의 생산 시 품질검증 및 성능개선의 포인트로 이용하여 제조기술로 축적해가는 것이 바람직하다.

이 과제수행 중 다수 정보 획득결과 국내 SAW RFID 태그 및 센서 연구는 상용화 연구보다 주로 기초기술구현의 시험적 연구가 소수의 대기업, 연

구기관, 대학을 중심으로 소극적으로 진행되고 있다. 일부 중소기업이 정부과제나 공공자금에 의한 과제를 진행하고 있으나 신기술 개발측면보다 기존 특허제품이나 개발품의 케이싱, 하우징의 2차 가공 수준이다. 또한 기술을 보유하고 있어도 전략이 부재하여 전략상품으로의 개발이 부진하고 특허로 진전시키지 않으며, 단발성 해외 OEM 수주나 종속적 기술판매, 기술도입을 시도하는 경우와 업체이미지를 위한 정부지원과제로 포장된 위장기술인 경우가 있다. 이에 중소기업 기술을 보호하기 위한 현실적 지원방안과 전문성 있는 기술발전 유도지원정책, 중장기적 전략구축이 필요하다.

[참고문헌]

- [1]RFIDjournal,"NASA to Launch RFID Test to Track Crewmember Supplies",NEWS,2008.08
- [2]DESIGN OF GLOBAL SAW RFID Tag DEVICES C. S. Hartmann, P. Brown, and J. Bellamy RF SAW, Inc., 900 Alpha Drive Ste 400, Richardson, TX, U.S.A., 75081
- [3]C. S. Hartmann, "A Global SAW ID Tag with Large Data Capacity", Proc. 2002 IEEE Ultrasonics Symposium, pp. 63-67
- [4]S. Lehtonen, V.P. Plessky, and M.M. Salomaa, "Short Reflectors Operating at the Fundamental and Second Harmonics on 1280 LiNbO3" Proceedings of 2002 IEEE Ultrasonics Symposium
- [5]S. Lehtonen, V.P. Plessky, C.S. Hartmann, and M.M. Salomaa, "Unidirectional SAW Transducer for GHz Frequencies on 128° LiNbO3", Proceedings of 2003 IEEE Ultrasonics Symposium
- [6]Vectron, Acoustic Wave Sensors presentation material and white paper, 2007
- [7]Love waves in a piezoelectric layered structure Bernard Collet and Michel Destrade 2006
- [8]A study of Love-wave acoustic sensors J. Du, G. L. Harding, J. A. Ogilvy, P. R. Dencher and M. Lake CSIRO Division of Applied Physics, Lindfield, NSW 2070, Australia online 7 October 1998.
- [9]Surface electro-elastic Love waves in a layered structure with a piezoelectric substrate and a dielectric layer International Journal of Solids and Structures, Volume 44, Issues 18-19, September 2007, Pages 5829-5847 Z.N. Danoyan, G.T. Piliposian
- [10]Love wave propagation in functionally graded piezoelectric material layer, Ultrasonics, Volume 46, Issue 1, March 2007, Pages 13-22 Jianke Du, Xiaoying Jin, Ji Wang and Kai Xian
- [11]Gudrun Bruckner의 6인, "Ahigh temperature stable SAW identification Tag for a pressure sensor and a low cost interrogation unit" sensor 2003 proceedings
- [12]Applicability of LiNbO/sub 3/, langasite and GaPO/sub 4/ in high temperature SAW sensors operating at radio frequencies Fachberger, R.; Bruckner, G.; Knoll, G.; Hauser, R.; Binasch, J.; Reindl, L. Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on Volume 51, Issue 11, Nov. 2004 Page(s): 1427 - 1431
- [13]By Jonathan Collins Nov. 4, 2005-Replacing a silicon RFID chip with a piezoelectric crystal, CTR of Villach, Austria
- [14]Z-path SAW RFID 태그 Harma, S.; Plessky, V.P.; Hartmann, C.S.; Steichen, W. Ultrasonics, Ferroelectrics and Frequency Control, IEEE Transactions on Volume 55, Issue 1, January 2008 Page(s):208 - 213
- [15]Inha-Industry partnership institute,"saw based chipless passive RFID 태그 using cellulose paper as substrate and method for manufacturing the cellulose paper, WO2008/056848, PCT, 2008
- [16]한국 RFID/USN 협회, " RFID/USN 기술과 특허세미나",2008.5
- [17]박종만, Piezoelectric 소자를 이용한 RFID 태그의 위조방지 기술, KISTI 모니터링분석,2008.7
- [18]박종만, "SAW 디바이스의 Piezoelectric 합성기관", KISTI 모니터링분석, 2008.8
- [19]박종만, "SAW를 이용한 피부치료시스템과 방법",모니터링분석, KISTI 모니터링분석, 2008. 8