

# 모바일 RFID 시스템의 인식거리 확대를 위한 전력 공급용 RF Shower 시스템 개발

준회원 안시영\*, 김용택\*, 배성우\*, 내관규\*\*, 노형환\*\*, 김기범\*\*,  
 정회원 박준석\*\*, 조홍구\*\*, 오하령\*, 성영락\*, 송호준\*\*, 장병준\*\*,  
 준회원 이정석\*\*\*, 정회원 이홍배\*\*\*, 이학용\*\*\*, 김종민\*\*\*,  
 신재철\*\*\*, 최경\*\*\*\*

## A Study on the RF Shower System to Extend Interrogating Range on Mobile RFID Reader

Si-young Ahn\*, Yong-taek Kim\*, Sung-woo Bae\*, Kwan-kyu Nae\*\*, Hyoung-hwan Roh\*\*,  
 Gi-beom Kim\*\* *Associate Members*, Jun-seok Park\*\*, Hong-goo Cho\*\*, Ha-ryoung Oh\*,  
 Yeong-rak Seong\*, Ho-jun Song\*\*, Byung-jun Jang\*\* *Regular Members*,  
 Jung-suk Lee\*\*\* *Associate Member*, Hong-bae Lee\*\*\*, Hak-young Lee\*\*\*, Jong-min Kim\*\*\*,  
 Jae-cheol Shin\*\*\*, Kyung Choi\*\*\*\* *Regular Members*

### 요약

본 논문에서는 저출력 모바일 RFID 리더의 인식 거리를 확대시키기 위하여 20Watts 급의 전력 공급용 RF Shower 시스템을 개발하였으며 실험을 통하여 Shower 시스템의 출력을 조절하면 리더태그 간 인식거리가 3배 이상 늘어나는 것을 확인하였다. 향후 RF Shower 시스템을 이용하여 Shower Zone 설계를 적절히 함으로써 저출력 리더(20dBm이하)를 사용하면서 기존 RFID 시스템의 인식거리를 획기적으로 확장할 수 있을 것으로 기대된다

**Key Words** : RF Shower System; Mobile RFID; Backscatter; Tag; FHSS; LBT.

### ABSTRACT

This paper presents the RF Shower System for increased read range on low power mobile RFID System with 20watts of power supply. From the experiment, by controlling the output power of shower system, the tripled read range between reader and Tag is possibly discovered. Thus we can expect on the significantly widen read range of RFID system by appropriate control of Shower Zone, though we only with the reader with its lower output power level of 20dBm.

### I. 서론

태그에 극소형 칩과 안테나를 부착해 무선을 통해 정보를 읽고 저장할 수 있는 기술인 RFID(Radio

Frequency Identification) 시스템은 리더의 신호를 태그가 인식하고 리더로부터 받은 신호를 전력으로 바꾸어 필요한 정보를 가공하고 리더로 다시 역산란(Backscatter) 변조한다. 이때 RFID 시스템에서

※ 본 연구는 정보통신 연구진흥원 선도기반 기술개발사업 연구과제(A1100-0602-0016) 및 2단계 BK21 사업의 지원으로 수행되었습니다.

\* 국민대학교 전자공학과 컴퓨터공학 실험실 (hroh@kookmin.ac.kr)

\*\* 국민대학교 전자공학과 UCRC(Ubiquitous Convergence Research Center) 실험실 (jspark@kookmin.ac.kr)

\*\*\* (주)C&S Microwave (hblee@cnsmicro.com), \*\*\*\* 강원대학교 (kyunchoi@kangwon.ac.kr)

논문번호 : KICS2006-08-358, 접수일자 : 2006년 8월 24일, 최종논문접수일자 : 2007년 1월 4일

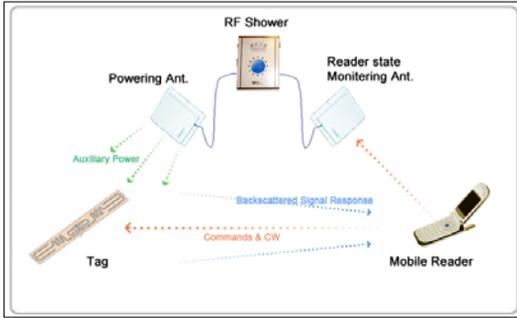


그림 1. RF Shower 시스템 개념도

리더로부터 전력을 공급받아야 하는 태그의 소비전력에는 리더로부터 명령을 수신하고 변조할 때 필요한 수  $\mu\text{W}$ 의 전력과 태그가 리더로 응답신호를 다시 역산란 할 때 필요한 수십  $\mu\text{W}$ 의 전력이 있다. 그러나 리더의 명령어 구간에는 RF 신호가 ASK로 변조가 되어 있고 태그의 렉테나(Rectenna)가 받는 전력이 매우 작기 때문에 RF-DC 변환 효율이 낮다. 결국 리더-태그 간의 유효 거리는 역산란 동작 시의 전원공급 가능거리와 리더의 수신감도로 제한받지만, 무엇보다도 리더의 명령어 구간에 태그 칩의 구동 여부에 의해 결정될 수 있다.

따라서 모바일 RFID 같은 저 출력 RFID 리더의 인식거리 확대를 위해 본 논문에서는 RF Shower 시스템을 이용 리더의 부족한 전력을 추가로 공급하는 방법을 제시하고 가능성을 확인하고자 한다.

RF Shower 시스템은 리더의 존재 유무를 모니터링 하여 태그의 부족한 전력을 추가로 공급함으로써 리더-태그 간 인식거리를 확대시키는 기술이다. RF Shower 시스템으로 리더태그 간의 인식 거리를 확대시킬 수 있는 방안은 여러 가지 있을 수 있으나 본 논문에서는 리더의 주파수와 다른 주파수 대역의 고주파를 연속적으로 방사하여 태그에 전력을 공급함으로써 인식거리를 확대하고자 하였다.

## II. 본 론

### 2.1 모바일 RFID 시스템 및 문제점

#### 2.1.1 모바일 RFID 시스템

모바일 RFID 시스템은 휴대용 단말기에 900 MHz RFID 리더를 장착함으로써 태그가 부착된 광고물, 물품 등에 관한 정보를 이동통신 네트워크에서 가져다 보여주고 구매 등을 할 수 있게 하는 기술로 이 분야는 세계적인 이동통신 인프라를 갖추고 있는 우리나라가 기술을 선도할 수 있을 것으로

판단된다. 현재 RFID 시스템은 적용 분야에 따라 13.56MHz, 433MHz, 860~960MHz, 2.45GHz 등 여러 주파수 대역에서 표준이 정해져 있거나 표준화가 진행 중이다. 이 중 UHF 대역을 이용한 핸드폰과 결합시켜 진행 중인 모바일 RFID는 노키아에서 추진하는 근거리 통신기술인 NFC에 비해 인식거리가 훨씬 더 긴 장점을 가지고 있으며 국내에서는 mRF(Mobile RFID) 포럼을 중심으로 모바일 RFID 표준이 진행 중이다.

모바일 RFID 리더의 특징을 살펴보면, 리더가 칩셋 형태로 단말기에 포함되므로 소모 전력에 민감하며 소형화가 필수적이고 단말기 자체의 무선통신과의 간섭 등을 고려할 때 출력을 어느 이상 높이는 것이 현실적으로 어렵다. 또한 출력의 제한 때문에 인식 거리가 짧아지면 그에 따라 응용 분야가 제한될 가능성이 높다. 또한 다수의 사용자가 단말기를 가지고 이동하는 상황을 고려하면 고정형 리더와 같은 리더 중심의 설계가 불가능하며 다중 리더 환경을 충분히 고려해야 한다.

#### 2.1.2 모바일 RFID 시스템의 문제점

900MHz 대역의 수동형 RFID 태그는 자체적인 전원이 없으며 소형 IC 칩과 안테나로 이루어진다. 리더는 특정 주파수 대역의 RF 신호를 태그로 전송하는 전송부와 태그에서 보내주는 신호를 수신하는 수신부 및 이를 송수신하는 안테나로 구성된다. 리더는 고주파 반송파 신호와 소정의 질문을 포함하는 명령을 변조하여 RF 신호로 전송한다. 이 RF 신호에 의해 형성되는 리더의 전자장내에 태그가 있으면 상기 태그는 IC칩을 동작시키는데 필요한 동작 전원을 정류회로가 구성된 렉테나를 통하여 리더의 RF 신호로부터 공급 받는다. 즉, 리더에서 전송되는 RF 신호는 태그의 안테나에 교류를 발생시키고, 발생된 교류는 정류된 후 IC 칩을 위한 전기에너지로 사용된다. 또한 태그는 수신된 RF 신호를 변조하고 이를 근거리 태그에 저장된 ID 등의 데이터를 역산란하여 리더에 전송한다. 이와 같이 RFID 시스템은 리더와 태그 사이에 정보 전송은 물론 태그를 활성화시키기 위한 전력전송이 함께 수행된다. 이러한 RFID 시스템에서 리더와 태그 간의 통신 거리를 결정하는 요소는 다음과 같다.

- 리더 관점에서 : 1. 리더의 송신출력 2. 리더의 수신감도
- 태그 관점에서 : 1. 렉테나의 효율 2. 태그 칩

의 구동 소모 전력 3. 태그의 역산란 전력

RFID 시스템에서 리더로부터 전력을 공급받아야 하는 태그의 소비전력에는 리더로부터 명령을 수신하고 변조할 때 필요한 수  $\mu\text{W}$ 의 전력과 태그가 리더로 응답신호를 다시 역산란 할 때 필요한 수십  $\mu\text{W}$ 의 전력이 있다. 그러나 리더의 명령어 구간에는 RF 신호가 ASK로 변조되어 있고, 렉테나는 고주파 측과 직류 측 양단간에 임피던스 정합을 필요로 하며, 또한 고주파 측의 임피던스가 전력 레벨에 따라 변화하는 요소가 있기 때문에 렉테나가 실제로 받는 전력은 작다. 게다가 정류회로에 쓰이는 Schottky 다이오드의 동작 전류가 작아서 RF-DC 변환 효율도 낮다. 실제로 GaAs 소자는 20~30% 수준이며 Si-CMOS 소자는 이보다 더 낮다. 따라서 ASK 방식의 리더-태그 간의 통신 거리는 리더의 명령어 구간에는 태그 칩의 구동 여부에 의해 태그의 응답 여부가 결정 되고, 태그의 응답이 결정되면 태그의 응답 구간에 역산란 전력에 의해 결정된다. 그러나 태그의 역산란 전력에 의한 통신거리의 감소는 리더의 수신감도를 좋게 한다면 어느 정도 보상이 되므로 결국 리더-태그 간 통신거리는 리더의 명령어 구간에 태그 칩 구동여부에 의해 결정된다고 할 수 있다.

그림 2는 리더 파워와 태그 변조도(Modulation Index)에 따른 리더-태그 간의 통신 거리를 보여주며, 그림 3은 태그의 변조도에 따른 역산란 전력에 의해 리더에 수신되는 전력을 나타낸다. 리더와 태그간의 통신 거리를 확대하려면 리더의 송신 출력을 크게 하고 태그의 안테나를 크게 하면 가능하나 모바일 리더와 태그의 특성상 송신 출력을 증가시

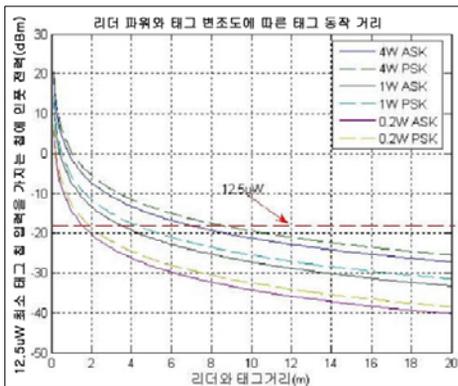


그림 2. 리더 파워와 태그 변조도에 따른 리더-태그 간의 동작 거리

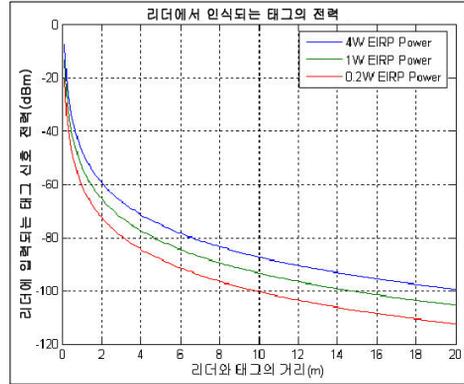


그림 3. 역산란 전력에 따른 리더에서 인식되는 태그 전력

키거나 안테나의 크기를 키우는 것은 한계가 있다. 따라서 모바일 리더와 태그 사이의 인식거리 한계를 극복하고자 기존의 RFID 시스템에 보조 전력 공급 장치인 RF Shower 시스템을 추가하여 지속적인 CW(Continuous Wave)를 방사함으로써 리더의 명령어 구간에 태그 칩이 동작하도록 전력을 공급하는 시스템을 제안하고자 한다<sup>11</sup>

RF Shower 시스템의 구현 방법에는 리더의 반송파에 RF Shower 시스템의 주파수를 동기화 시키는 방법과 별도의 주파수를 사용하는 두 가지 방법이 있다. 그러나 전자의 경우, ISO/IEC 18000-6 Type B의 Air Interface 규격<sup>2)</sup>에 의하면 리더의 통신 방식은 FHSS(Frequency Hopping Spread Spectrum) 혹은 LBT(Listen Before Talk) 방식이어서 RF Shower의 입장에서 리더와 주파수 동기화가 쉽지 않고 하드웨어가 복잡해지는 단점이 있는 반면 후자는 송수신 주파수 분리를 통하여 송신 주파수에 의한 수신 주파수의 영향을 최소화할 수 있는 장점이 있다. 즉, RF Shower에서 방사한 CW의 주파수를 리더의 주파수에서 어느 정도 이격을 시키면 Shower에 의해 방사된 출력이 커플링 되어 Shower 수신부로 수신될 때 리더태그의 RF신호를 수신하는 수신부의 IF단에서 SAW Filter 등으로 제거할 수 있다.

이에 본 논문에서는 저출력 리더의 인식 거리를 확대시키기 위하여 리더와 다른 주파수를 사용하면서 20Watts 급의 전력 공급용 CW를 방사하는 RF Shower 시스템을 개발하고, 무반사 Chamber에서 ISO 18000-6 Type B 태그를 이용하여 성능 측정을 하여 실제 인식거리가 확대되는 것을 확인하고자 한다. 실험에 대한 검증은 일반 상용리더

(SAMsys MP9320)를 사용하였고, 전파 환경의 영향을 최소화하기 위해 무반사 Chamber에서 시험하였다.

### 2.2 RF Shower 시스템

현재 표준화가 완료되었거나 진행 중인 국제적인 RFID 시스템의 프로토콜(ISO 18000, EPC)은 공통적으로 리더가 먼저 명령신호를 전송하는 반이중 방식으로 통신한다. RF Shower 시스템의 제어 흐름은 그림 4와 같다.

첫째, 리더의 RF 신호를 수신하는 검출단계이다. RFID 통신 프로토콜 ISO 18000-6 Type B의 경우, 명령어를 보내기 전에 400us의 시간 동안 CW 신호를 전송하여 태그로 하여금 리더 명령어를 받을 수 있는 상태로 만든다. 따라서 RF Shower 시스템의 통신영역 내에서 일정 시간 지속된 CW 신호를

리더의 통신 준비 단계로 인식할 수 있다. 둘째, 리더의 질문신호를 도청하여 CW 방사 지속 여부와 태그 응답 요구 명령인지를 확인하는 단계이다. 셋째, 소정의 주파수 대역의 고주파(CW)를 태그로 방사하여 태그의 동작 전원을 공급하는 단계이다. RF Shower 시스템의 주파수는 리더의 주파수와 동기를 맞추는 필요가 없는 것으로 확인되었다. 실험결과 리더 주파수와의 이격이 1.8MHz 정도 되면 RF Shower 시스템 주파수에 의한 리더태그 간 통신장애를 없앨 수 있는 것으로 나타났다. 넷째, 태그가 리더로부터 질문신호를 수신하고 내부에 저장된 정보를 보내기 위해 리더로부터 수신한 RF 신호를 변조하여 응답신호를 전송하는 단계이다. 다섯째, RF Shower가 태그의 응답신호를 도청하여 응답신호가 없거나 전송이 완료됨을 감지하고 고주파 방사를 정지하는 단계이다. 고주파 방사 정지는 그림 5와 같이 동작한다. Shower의 고주파 방사는 태그의 응답신호가 끝나는 지점에서 방사를 정지한다. 이는 Shower 입장에서 리더의 통신이 언제 끝날지를 알 수가 없으며, RFID 대역은 ISM 대역으로 한 주파수에 대해 RF 신호를 계속해서 방사할 수 없기 때문이다.

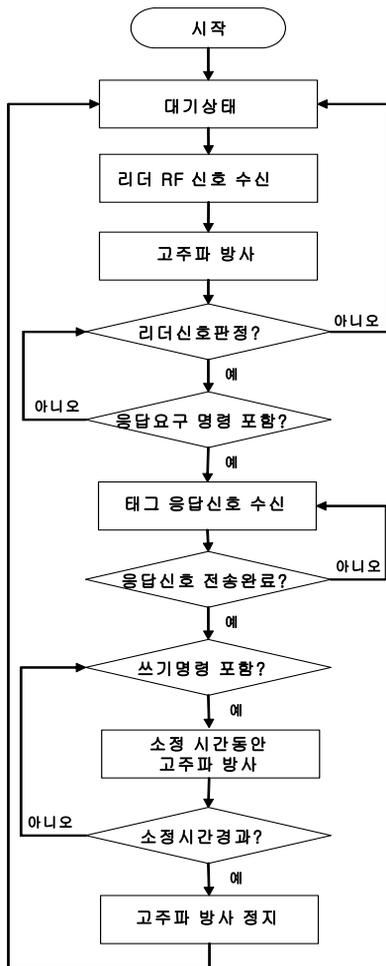


그림 4. RFID Shower 시스템 제어 흐름도

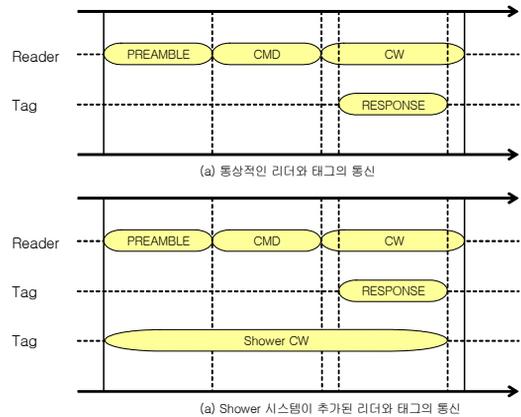


그림 5. Shower의 CW 방사 구간

### 2.3 RF Shower 시스템 구현 및 측정

#### 2.3.1 RF Shower 시스템 측정 환경 구축

먼저 측정 환경 구축에 있어 전파환경에 의한 영향을 최소화하기 위하여 무반사실에서 측정하였다. 또한 RF Shower 시스템을 실험하기 위해 Shower와 리더의 신호 및 동작을 파악하기 위한 디버깅 장비, 태그의 응답신호를 수신하고 리더의 질문신호를 수신하여 태그를 동작시키기 위한 RF Shower

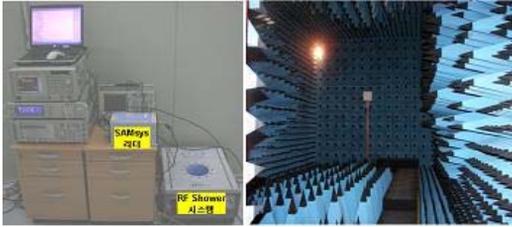


그림 6. RF Shower 시스템 실험 환경

시스템, 각종 RF 신호를 분석하기 위한 계측 장비들 그리고 실험을 위한 Air Interface 환경 장비로 이루어진다.

### 2.3.2 RF Shower 시스템 설계 및 구현

본 논문에서 설계한 RF Shower 시스템의 블록도와 내부 사진은 각각 그림 7, 8과 같다. RF Shower 시스템은 PSU(Power Supply Unit), XCVR(Transceiver), HPA(High Power Amplifier), MCU&DSP, 안테나로 구성되어 있다.

PSU는 MCU&DSP 부분과 HPA, 그리고 XCVR에 안정적인 전원을 공급하는 장치이다. MCU&DSP 부분은 그림 9와 같이 MCU, 기억장치, FPGA, ADC, IO 인터페이스로 구성되어 있다. RFID 프로토콜에 따른 리더의 질문신호 생성, 태그의 응답신

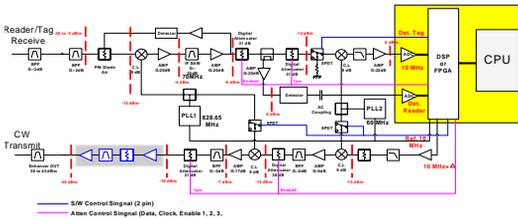


그림 7. RF Shower 시스템 블록도

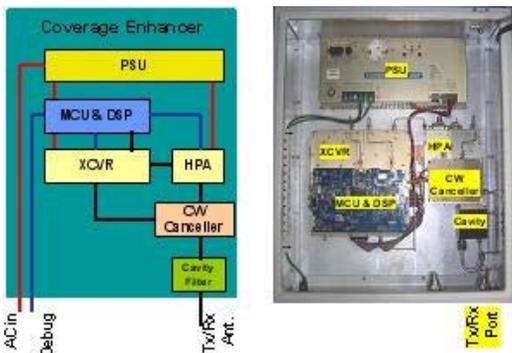


그림 8. RF Shower 시스템 구현

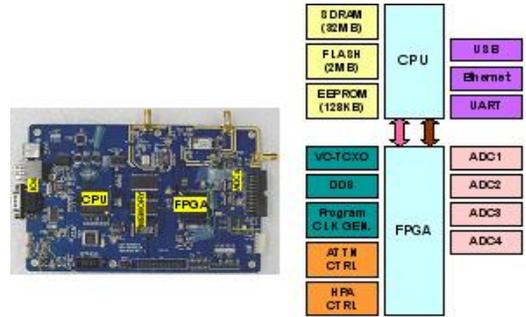


그림 9. MCU & DSP 설계

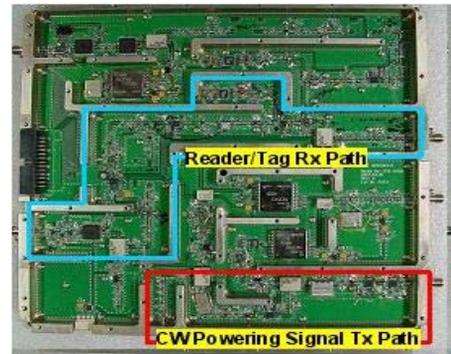


그림 10. XCVR(Transceiver) 설계사진

호 분석, 고주파 신호 발생 및 고주파 전송 시간 결정 그리고 전체적인 시스템을 제어한다

XCVR은 리더의 질문신호를 도청하기 위한 리더 신호 수신 부분과 태그의 응답신호를 도청하기 위한 태그 신호 수신 부분 그리고 태그의 전원 공급을 위한 고주파 송신 부분으로 구성되어 있다

HPA 모듈은 이득이 50dB로써 최대 출력과워가 20Watts인 고출력 증폭기이다. 이는 XCVR에서 출력되는 RF 신호의 세기에 한계가 있어, XCVR에서 나오는 Shower 신호(CW신호)를 증폭하기 위해 사용되었다. 이 HPA에 의해 증폭된 CW 신호가 태그 동작을 위해 Shower가 태그에 공급하는 추가적인 전력이 된다.

RF Shower 시스템은 CW를 송출하면서 리더의 명령어와 태그의 응답신호를 동시에 모니터링 해야 한다. 이때 리더/태그 수신시에 송출되는 CW에 대한 격리(Isolation)가 충분히 확보되지 않으면 수신단의 IF SAW가 CW 신호를 제거하여 준다하여도 커플링 된 CW신호에 의한 LNA 포화 등에 의해 리더/태그 신호가 손상을 받을 수 있다 그림 11의 세부 블록도에서 보는 바와 같이 CW 송신 주파수

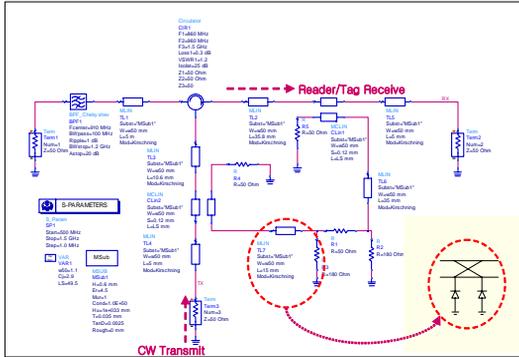


그림 11. CW Cancellor 블록도



그림 12. LHCP 전면도 및 안테나 파라미터

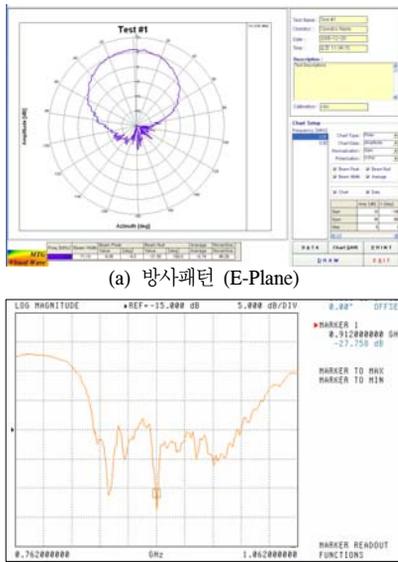
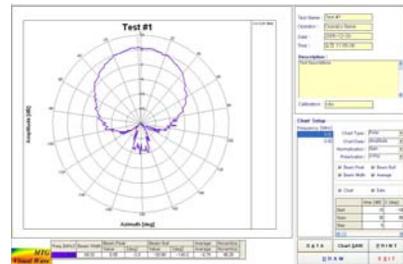


그림 13. LHCP 안테나의 방사패턴과 반사특성

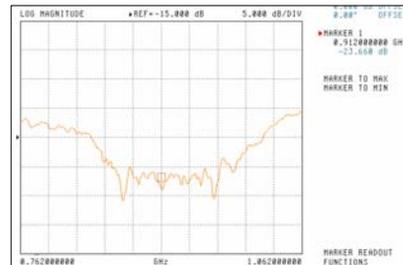
의 격리를 -40dBc 이상 확보하기 위해 커플러 (Coupler)를 사용하여 CW를 위상 반전시켜 리더 태그 수신 쪽에서 CW를 상쇄시킨다. 안테나 포트에서의 임피던스 변화에 따른 위상과 이득 변화에 대응하기 위해서 버랙터 다이오드를 이용하여 위상을 가변 할 수 있도록 했으며 가변저항을 이용한  $\pi$ 형 패드로 이득을 조절할 수 있도록 하였다.



그림 14. SAMsys 안테나의 전면도 및 안테나 파라미터



(a) 방사패턴 (E-Plane)



(b) 반사특성

그림 15. SAMsys 안테나의 방사패턴과 반사 특성

RFID에 사용되는 안테나는 태그의 부착 위치가 고정되어 있지 않기 때문에 방향성에서 우수한 원형편파를 사용한다. 따라서 RF Shower 측정에 사용된 안테나는 자체적으로 개발한 LHCP (Left-Hand Circular Polarization) 패치 안테나와 SAMsys사에서 제공하는 안테나를 사용하였다. 그림 12, 13은 LHCP 전면도와 특성파라미터, 그리고 방사패턴이고 그림 14, 15는 SAMsys 안테나의 전면도와 특성 파라미터, 그리고 방사패턴이다.

### 2.3.3 RF Shower 시스템 실험 및 결과

RF Shower 시스템을 이용한 인식 거리 확대 실험은 SAMsys사의 MP9320 UHF 리더 시스템을 사용하였고, 태그는 ISO 18000-6 Type B 규격을 만족하는 태그를 사용하였다.

#### 1) SAMsys 리더의 인식거리

이 실험은 RF Shower 시스템의 인식거리 확대 실험을 하기 전에 상용리더인 SAMsys MP 9320에

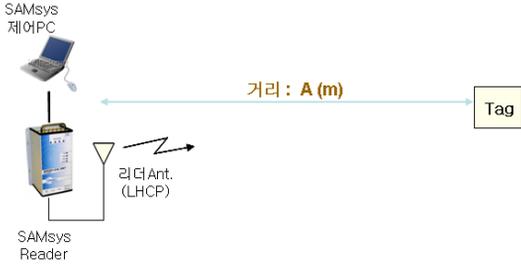


그림 16. SAMsys 리더의 인식거리 측정 구성도

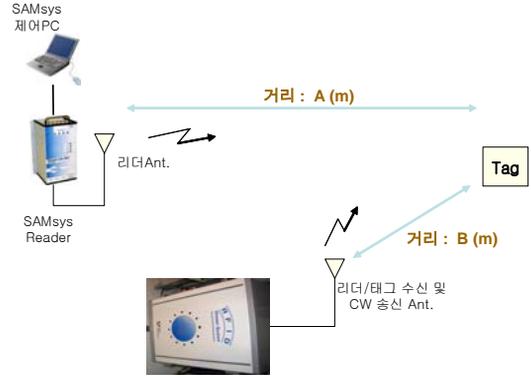


그림 18. RF Shower 시스템에 의한 인식거리 확대 실험 구성도

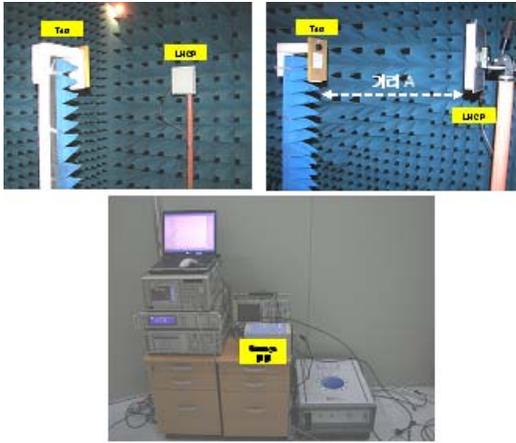


그림 17. 테스트 환경사진

표 1. 리더 출력에 따른 최대 인식거리

리더 출력	최대 인식거리
20 dBm EIRP	30 cm
24 dBm EIRP	50 cm
30 dBm EIRP	80 cm
33 dBm EIRP	130 cm

대한 리더-태그 간 인식거리 테스트로써 구성도는 그림 16과 같다. 그림 17은 실제 테스트 환경사진이며 상용리더의 설정은 다음과 같다.

- \* Hopping 주파수 : 908.5 MHz - 913.5 MHz, Random sequence
- \* Modulation Index : 75%
- \* 리더 안테나 : 6dBi, LHCP

위 실험 환경에서 SAMsys 리더를 이용한 최대 인식거리는 표 1과 같다.

- 2) RF Shower시스템에 의한 인식거리 확대 실험 위 SAMsys 리더의 인식거리 측정에서 테스트한

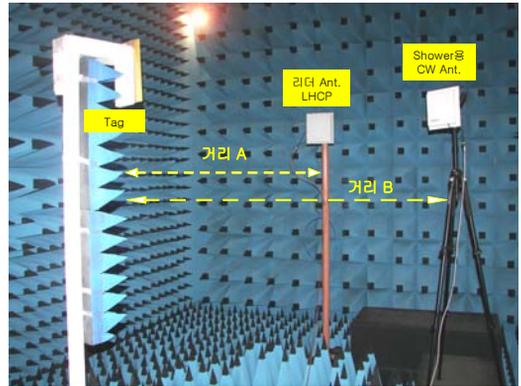


그림 19. 실험 안테나 배치도

리더 단독일 때의 인식거리에 RF Shower 시스템을 추가하였을 때 어느 정도 인식거리가 확대되는지를 실험하였고, 그 실험 구성도는 그림 18과 같다. 그리고 이때의 실험 안테나 배치 사진은 그림 19와 같다.

상용리더인 SAMsys 리더의 설정은 리더 단독에 의한 인식거리 실험과 같으며, RF Shower 시스템의 설정은 다음과 같다.

- \* CW 주파수 : 907.15 MHz
- \* Shower 안테나: SAMsys 안테나

리더의 출력에 따른 최대 인식거리 A의 변화를 표 2에 나타내었으며, 그림 20은 RF Shower가 CW를 방사할 때 스펙트럼 분석기를 이용하여 Air-Interface 모니터링 한 것과 그 때의 태그 인식에 대한 리더의 GUI(Graphic User Interface) 화면이다.

표 2에서 나타난 것과 같이 태그가 리더의 질문 신호를 수신하도록 RF Shower 시스템이 태그 칩에

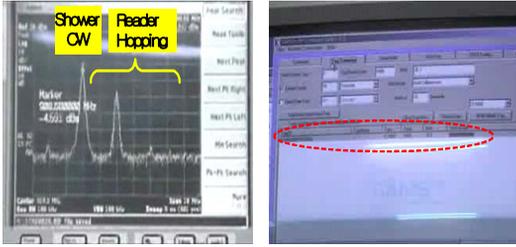


그림 20. 실험 결과에 대한 비디오 캡처화면

표 2. Shower On/Off시 리더의 출력에 따른 인식거리 확대

리더 출력	Shower Off시 거리 A(cm)	Shower On시 거리 A(cm)	거리B (cm)	최대인식일때 Shower 출력범위
20 dBm EIRP	30	240	150	28-29 dBm EIRP
24 dBm EIRP	50	270	180	30-32 dBm EIRP
30 dBm EIRP	80	290	200	31-33 dBm EIRP
33 dBm EIRP	130	320	220	32-34 dBm EIRP
36 dBm EIRP	182	370	270	33-34 dBm EIRP

추가적인 전력을 공급한다면, 비록 리더와 다른 주파수를 사용한다 하더라도 인식거리가 확대됨을 확인할 수 있다. 그러나 RF Shower 시스템이 리더에 비하여 큰 출력을 사용하면 리더-태그 간의 통신을 방해하는 것으로 나타났다. 즉, RF Shower에 의해 인식거리가 확대 된다하더라도 리더-태그 간의 인식거리 확대에 유효한 RF Shower 전력이 2~3dB 정도의 범위를 가지면서 정해져 있다는 것이다. 따라서 이러한 문제를 해결하기 위해서는 태그의 응답을 확인해가면서 RF Shower의 출력을 증가시키는 Open Loop Power Control을 RF Shower 시스템에 적용해야 할 것으로 판단된다.

### III. 결 론

RFID 시스템은 매우 다양한 응용분야에서 요구되고 있다. 현재의 RFID는 단순한 데이터 식별에 응용되고 있으나 앞으로는 보다 많은 데이터를 식별하며 처리할 수 있어야 한다. 그러나 현재의 RFID 시스템에서는 태그의 인식거리, 리더의 소비 전력 등의 문제점이 나타나고 있다.

본 논문에서는 모바일 RFID 리더의 제한적인 출력에 따른 문제점을 해결하는 방법으로서 RF Shower 시스템을 제안하였다 이를 위해 20Watts

급의 전력 공급용 RF Shower 시스템을 개발하였고 일반 상용리더(SAMsys MP9320) 시스템으로 무반사 Chamber에서 ISO 18000-6 Type B 태그를 이용하여 성능 측정 한 결과 Shower 시스템의 출력을 조절하면 리더-태그 간 인식거리가 3배 이상 늘어나는 것이 확인되었다. 따라서 Shower Zone 설계를 적절히 함으로서 저출력 리더(20dBm이하)로 기존 RFID 시스템의 인식거리를 확장할 수 있을 것으로 판단된다. 이를 이용하여 기존의 RFID 시스템에 RF Shower 시스템을 적용함으로써 RFID 시스템의 인식 거리를 확대하고, 이에 따라 저전력 RFID 리더 시스템의 적용 가능한 분야를 확대할 수 있을 것으로 생각된다. 또한 RFID 인식 거리의 확대 대신 기존의 거리를 유지할 경우 리더의 전력을 현저히 줄여 리더 간의 충돌 가능성을 크게 낮출 수 있으며 이중 무선통신 단말기와 연동 시 단말기 내에서 발생하는 이중 무선통신에 대한 간섭을 현저히 감소시킬 수 있고, 이를 통하여 UHF 대역의 리더와 다양한 이중 무선통신 단말기와 연동된 통합 단말 기술의 발전을 도모할 수 있을 것으로 기대된다.

### 참 고 문 헌

- [1] 특허 출원 번호 2005-0011211, “저 전력 리더-태그 통신을 위한 무선주파수인식 시스템 및 방법, 2005.
- [2] ISO/IEC 18000-6 “Parameters for air interface communication at 860 MHz to 960 MHz.
- [3] Katarijina Penttila, Nina Pere, Mikael Soini, Lauri-Sydanheimo, Markku Kivikoski “Use and Interface Definition of Mobile RFID Reader Integrated in a Smart Phone”, Proceedings of the 9th International Symposium on 14-16 June 2005(ISCE2005), pp 353-358, 2005.
- [4] 변상기 “RFID Tag 기술” 전자부품연구원, 2004.
- [5] K.Finkenzeller, RFID Handbook, John Wiley & Sons, LTD, 1999.

안 시 영 (Si-young Ahn)

준회원



2003년 국민대학교 전자공학과 졸업  
2005년 9월~현재 국민대학교 전자공학과 석사과정  
<관심분야> RFID/USN, 내장형 시스템

김 기 범 (Gi-beom Kim)

준회원



2005년 국민대학교 전자공학과 졸업  
2005년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 석사과정  
<관심분야> RFIC, RFID System, Mobile RFID

김 용 택 (Yong-taek Kim)

준회원



2006년 국민대학교 전자공학과 졸업  
2006년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 석사과정  
<관심분야> RFID/USN, 내장형 시스템

박 준 석 (Jun-seok Park)

정회원



1991년 국민대학교 전자공학과 졸업  
1993년 국민대학교 전자공학과 석사  
1996년 국민대학교 전자공학과 박사  
2003년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 교수

배 성 우 (Sung-woo Bae)

준회원



2002년 국민대학교 전자공학과 졸업  
2004년 국민대학교 전자공학과 석사  
2004년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 박사과정  
<관심분야> RFID/USN, 내장형 시스템

<관심분야> RFID/USN, RFIC, MMIC, LTCC 기술을 이용한 RF/Microwave 하이브리드 모듈 디자인 및 해석

시스템

조 흥 구 (Hong-goo Cho)

정회원



1972년 서울대학교 전기공학과 졸업  
1979년 서울대학교 전기공학과 석사  
1987년 서울대학교 전기공학과 박사  
1980년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 교수

내 관 규 (Kwan-kyu Nae)

준회원



2005년 국민대학교 전자공학과 졸업  
2005년 9월~현재 국민대학교 전자공학과 석사과정  
<관심분야> MMIC, RFID System, Mobile RFID

자공학과 교수

<관심분야> RFID/USN, MMIC

노 형 환 (Hyoung-hwan Roh)

준회원



2005년 국민대학교 전자공학과 졸업  
2005년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 석사과정  
<관심분야> RFIC, RFID System, Mobile RFID

오 하 령 (Ha-ryoung Oh)

정회원



1983년 서울대학교 전기공학과 졸업  
1988년 KAIST 전자공학과 석사  
1992년 KAIST 전자공학과 박사  
1996년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 교수

<관심분야> RFID/USN, 병렬처리, 내장형 시스템, 고장감내

성 영 락 (Yeong-rak Seong)

정회원



1989년 한양대학교 전자공학과 졸업  
1991년 KAIST 전자공학과 석사  
1995년 KAIST 전자공학과 박사  
1998년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 교수  
<관심분야> RFID/USN, 시뮬레이션, 고장감내, 내장형 시스템

송 호 준 (Ho-jun Song)

정회원



1985년 서울대학교 제어계측공학과 졸업  
1988년 KAIST 전자공학과 석사  
1992년 KAIST 전자공학과 박사  
2005년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 교수  
<관심분야> RFID/USN, ASIC

장 병 준 (Byung-jun Jang)

정회원



1990년 연세대학교 전자공학과 졸업  
1992년 연세대학교 전자공학과 석사  
1997년 연세대학교 전자공학과 박사  
2005년 3월~현재 국민대학교 전자공학과 교수  
<관심분야> RFID/USN, RFIC, MMIC

이 정 석 (Jung-suk Lee)

준회원



2000년 동의대학교 전자공학과 석사  
2000년 3월~현재 C&S Microwave 재직  
<관심분야> RF/Microwave

이 흥 배 (Hong-bae Lee)

정회원



1995년 서울대학교 전기공학과 박사  
2000년 3월~현재 C&S Microwave 대표이사  
<관심분야> RFID/USN, MMIC, RF/Microwave

이 학 용 (Hak-young Lee)

정회원



2000년 서울대학교 전기공학과 박사  
2000년 3월~현재 C&S Microwave 연구소장  
<관심분야> RFID/USN, MMIC, RF/Microwave

김 종 민 (Jong-min Kim)

정회원



2003년 충북대학교 전파공학과 석사  
2005년 3월~현재 C&S Microwave 재직  
<관심분야> RF/Microwave

신 재 철 (Jae-cheol Shin)

정회원



2002년 서울시립대 전자공학과 석사  
1999년 3월~현재 C&S Microwave 재직  
<관심분야> RF/Microwave

최 경 (Kyung Choi)

정회원



1981년 서울대학교 전기공학과 졸업  
1983년 서울대학교 전기공학과 석사  
1988년 서울대학교 전기공학과 박사  
1989년 3월~현재 강원대학교 전기전자공학부 교수  
<관심분야> RFID/USN, RFIC, MMIC, RF/Microwave