

900MHz 대역용 휴대용 RFID 리더

Portable RFID Reader for 900MHz Band

강봉수*, 김흥수**

제주대학교 통신공학과*, 제주대학교 통신컴퓨터공학부**

Bong-Soo Kang(yagagi@unitel.co.kr)*, Heung-Soo Kim(sookh@cheju.ac.kr)**

요약

본 논문에서는 UHF대역 중 900MHz 대역에서 동작하는 휴대용 RFID 리더를 설계하고 제작하여 그 제반 특성을 측정을 통하여 분석하였다. 측정 결과의 분석은 EPC Global에서 제안한 EPC Class 0 표준을 기준으로 수행되었다. 제안하는 RFID 리더는 약 11kbps의 속도로 태그와 데이터 통신을 수행하며, RF 최대 출력은 20dBm이다. 제안된 휴대용 RFID 리더는 초당 최대 68개의 태그를 인식할 수 있으며, 리더의 출력 전력이 20dBm인 경우 최대 인식 거리는 30cm 이다. 그리고 전체적인 크기는 71mm x 55mm로서 상용 제품과 비교했을 때 최대 90%, 최소 14% 감소된 것이다.

■ 중심어 : | 900MHz | Portable | RFID | Reader | EPC Class 0 |

Abstract

In this paper, a portable RFID reader which operated in 900MHz UHF band is designed and fabricated and the characteristics of the manufactured portable RFID reader is analyzed through measurement. Analysis of measurements results is achieved based on EPC Class 0 standards that proposed by EPC Global. The proposed RFID reader communicate with tags about 11kbps speed, and have 20 dBm for its maximum RF output power. The proposed portable RFID reader can recognize maximum 68 tags per second, and when reader's output power is 20 dBms, maximum recognition distance is 30cm. And the total size of implemented RFID reader is 71mm x 55mm, that is the maximum 90%, minimum 14% reduced size compared with marketed product.

■ keyword : | 900MHz | Portable | RFID | Reader | EPC Class 0 |

I. 서론

최근 많은 연구와 개발이 이루어지고 있는 유비쿼터스 컴퓨팅 분야는 지금까지의 시스템 대부분의 지능화를 유도함으로써 시장 구조, 교육 환경 및 경제 활동에 큰 변화를 가져올 것으로 전망하고 있다[1].

RFID는 이러한 유비쿼터스 컴퓨팅 환경의 초석이 될

기술로 간주되고 있다. RFID 시스템은 현재의 바코드 시스템을 대신하여 다양한 분야에서 활용이 가능한 기술이다. 이와 관련하여 정부는 IT839 전략을 발표하여 IT산업의 새로운 서비스 도입과 신규 수요 창출에 역량을 집중하며 신규 서비스로서 RFID/USN 도입을 강력하게 추진하고 있다. 정보통신부는 RFID/USN용 주파수 대역을 908.5~914MHz(5.5MHz)로 확정하였다[2].

* 본 연구는 2007년 지방기술혁신사업의 지원으로 수행되었습니다.(B0009734)

접수번호 : #071008-001

접수일자 : 2007년 10월 08일

심사완료일 : 2007년 10월 26일

교신저자 : 강봉수, e-mail : yagagi@unitel.co.kr

RFID시스템은 크게 리더, 태그 그리고 미들웨어로 구성된다. 미들웨어의 경우는 범용성의 확보가 가치 판단의 주된 척도가 될 수 있을 것이나 RFID 태그와 리더는 사용하는 주파수 대역 및 활용분야에 따라 다양한 크기, 모양 및 특성을 갖도록 설계 할 수 있다[3][4]. 특히 리더의 경우 응용 분야에 따라 그 성능 및 특성에 큰 차이를 나타낼 수도 있다. RF 출력 전력, 태그 인식 거리, 전원 공급 방식, 무선 통신 환경에 따른 데이터 통신 속도 등 장치의 설계 개념에 따라 다양한 인자들이 변수가 될 수 있다.

본 논문에서는 국내 표준으로서 채택된 900MHz 대역에서 사용 가능한 휴대용 RFID 리더 시스템을 설계 및 제작하고 그 제반 특성을 분석한다. 설계된 휴대용 RFID 리더의 특성 분석은 EPC Class 0 표준을 기준으로 수행한다. 제안하는 휴대용 RFID 리더는 EPC Class 0에서 제안하는 최소의 성능을 가지도록 설계되며, 이러한 성능 감소로부터 전체 시스템의 크기를 감소시키는 효과를 얻게 된다. 그리고 설계된 휴대용 RFID 리더가 태그로부터 정상적으로 데이터를 수신할 수 있는지의 여부를 확인함으로써 설계의 적정성을 고찰한다.

II. 본 론

1. RFID 리더 시스템 구성

[그림 1]은 본 논문에서 설계하고자하는 RFID 리더 시스템의 블록도를 나타내고 있다[5].

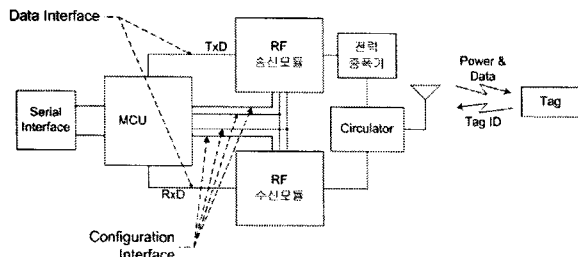


그림 1. RFID 리더 블록도

[그림 1]의 리더 시스템에서 MCU는 호스트 장치로부터 전달되는 리더 시스템의 구성 정보 변경, 태그 데

이터의 인식 및 전달의 기능을 수행한다. 설계에서 사용된 MCU는 Microchip 사의 PIC18F2455 8-비트 USB MCU이다[6]. 그리고 RF 송신 모듈은 태그 인식 과정에서 태그에 필요한 전력을 공급하고 인식에 필요한 제반 데이터를 태그로 전달한다. RF 수신 모듈은 태그로부터의 응답신호를 수신한다. 송수신 모듈로는 Chipcon 사의 CC1020 RF 트랜시버를 사용하였다[7]. 그리고 안테나와 접속되는 서큘레이터는 RF 송신 모듈로부터의 출력 신호와 태그로부터 수신되는 신호 간의 분리를 담당하게 된다[8].

국내에서 채택된 RFID 표준에서 규정하고 있는 출력 최대 전력은 EIRP 4W이다. 본 논문에서는 이러한 출력 전력 범위 내에서 보다 적은 출력 전력을 사용함으로써 휴대성을 극대화할 수 있는 RFID 리더 시스템을 설계하고자 한다. 이러한 과정에서 태그 인식거리의 감소가 수반되지만 휴대용 RFID 리더 시스템에서 원거리의 태그를 인식하게 될 경우는 드물기 때문에 RFID 리더 시스템이 갖는 고유한 활용도에 제한을 받지 않는다[9].

또한 RF 송수신을 위하여 상용 SIP(system in package) 형태의 RF 트랜시버를 사용함으로써, 분포정수 회로의 사용 및 관련 부품의 사용이 최소화될 수 있게 함으로써 하드웨어 설계를 단순화하였고, 그에 따라 크기 감소 효과도 커지도록 하였다. 그리고 응용 프로그램이 구동되는 호스트 장치와의 접속은 표준 직렬 통신 방식을 이용하여 이루어지도록 하였다.

2. EPC Class 0 프로토콜[10]

Class 0는 태그를 인식하기 위한 방법으로 이진트리(binary tree) 방식을 사용한다. 이진트리 방식은 비트 단위로 리더와 태그가 신호를 송수신하며 태그 ID를 찾는 방식이다. 그 방법에 대한 설명은 다음과 같다.

Class 0 태그는 전력을 공급 받으면 'Dormant' 상태가 되고, 리셋 신호를 수신하면 'Calibration' 상태, 유효한 신호를 수신하면 'Global command start' 상태가 된다. 이 상태에서 태그는 ID 플래그가 클리어되고 비트 '0'을 수신하게 되면 'Tree traversal' 상태로 들어간다. 'Tree traversal' 상태는 태그 ID 비트열을 탐색하는 단계로 이 상태에 있는 태그는 자신의 ID 비트열을 최상

위 비트에서부터 쉬프트시키면서 리더로 한 비트 씩 전송한다. 리더는 태그의 응답들을 검사하고 태그로부터 수신한 비트를 다시 태그로 전송한다. 만약, 태그의 응답들이 충돌이면 리더는 미리 설정된 내용에 따라 0 또는 1로 분기하여 선택된 비트를 태그로 전송한다. 리더로부터 수신한 비트가 이전에 리더로 전송한 비트와 동일하면 태그는 한 비트를 쉬프트하여 다음 비트를 리더로 전송한다. 데이터가 일치하지 않는 태그는 'Traversal mute' 상태로 전환되어 트리과정에 참여하지 않게 된다. 이 과정은 하나의 태그가 완벽히 인식되기 위해 마지막 비트 위치까지 진행되고, 태그는 마지막 비트를 다시 한 번 더 리더로 전송한다. 리더로 전송한 비트 수가 [태그 ID 길이 + 1] 인 태그가 리더로부터 'Null' 데이터를 수신하면 'Singulated command' 상태가 되고 태그 하나가 완벽히 인식된다. 태그 하나가 인식 되고 리더가 'Null' 데이터를 전송하면 'Traversal mute' 상태인 태그들은 'Tree start' 상태로 되어 트리에 참여하고, 인식된 태그는 ID 플래그가 세팅되면 'Dormant' 상태가 된다.

[그림 2]는 EPC Class 0 에어 인터페이스에서의 기본적인 프로토콜 구조를 나타낸다.

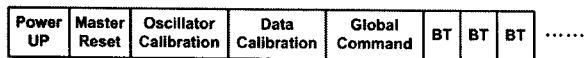


그림 2. EPC Class 0 무선 접속 프로토콜 구조

그림에서 'Power Up'과 'Master Reset' 과정에서는 리더가 RF 출력을 발생시키기 위한 동작 및 인식영역 내의 태그들을 리셋시키기 위한 동작이 이루어진다. 'Master Reset' 신호는 인식영역 내의 태그들이 적절하게 'Reset' 신호를 감지할 수 있도록 충분한 시간 동안 반송파 신호를 안테나를 통하여 출력하게 되며 EPC Class 0 표준에서는 약 800 μ s 정도로 제안하고 있다. 'Oscillator Calibration' 및 'Data Calibration' 과정에서는 태그와의 데이터 교환을 위한 타이밍 정합관련 동작이 수행된다. 'Global Command' 과정에서는 리더에서 태그로 8비트의 명령과 1비트의 패리티 비트가 전송되며 명령의 유형은 태그 리셋, 태그로부터 수신할 페이지 정보, 동작 지역 정보, 태그 read, 강제 mute 그리고

kill과 같은 명령의 전송이 이루어진다. 그리고 BT(binary traversal) 과정에서는 이진트리 방식을 사용하여 태그 데이터를 한 비트씩 인식하게 된다.

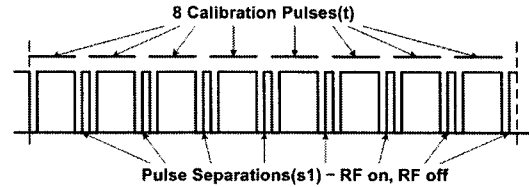


그림 3. Oscillator Calibration 신호 파형

[그림 3]은 'Oscillator Calibration' 신호의 파형을 나타내고 있다. 'Oscillator Calibration' 신호는 8개의 펄스로 구성되어 있으며 각각의 펄스는 RF on, off 신호를 펄스의 사이에 구분자로 삽입하여 펄스의 구분이 이루어지도록 하고 있다. 각 펄스의 지속시간 및 구분 펄스의 타이밍 관계는 [표 1]에 나타내었다.

표 1. Oscillator Calibration 신호 타이밍 관계(μ s)

Parameter	Min.	Typical	Max.
Calibration pulse(t)	115	116	117
separation width(s1)	6	...	15

[그림 4]는 'Data Calibration' 신호의 상세 파형을 나타내고 있다. 'Data Calibration' 신호는 '0' calibration 신호, '1' calibration 신호 그리고 'Null' calibration 신호 세 가지의 펄스로 구성된다. 'Data Calibration' 신호는 태그에서 '0', '1' 그리고 'Null' 데이터를 식별하기 위한 참조 신호로서 사용된다. EPC Class 0 표준에서 제안하고 있는 'Data Calibration' 신호의 타이밍 관계는 [표 2]에 나타내었다.

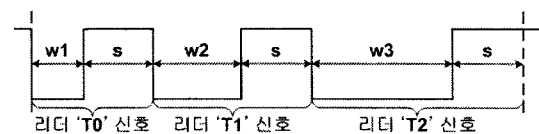


그림 4. Data Calibration 신호 파형

표 2. Data Calibration 신호 타이밍 관계(μs)

Parameter	Min.	Other Constraint	Max.
w1	4.5	...	18
w2	6.5	>w1	20
w3	9.5	>w2	25
s(separation)	6	...	20

[그림 5]는 'Data Calibration' 신호의 파형과 '0', '1' 그리고 'Null' 데이터 심벌 파형을 비교한 그림이다. 그림에서 데이터 심벌의 주기 및 calibration 신호의 주기는 구현되는 리더의 성능에 적절하도록 가변적으로 설정 가능한 부분이다. 이 때 'w1'의 타이밍은 Data 심벌 '0'과 데이터 심벌 '1'의 중간에 위치하도록, 그리고 'w2'의 타이밍은 데이터 심벌 '1'과 데이터 심벌 'Null'의 중간에 위치하도록 설정하게 된다. 그리고 'w3'은 비트주기 이내에서 다른 신호와의 구분이 뚜렷이 이루어지도록 설정하면 된다.

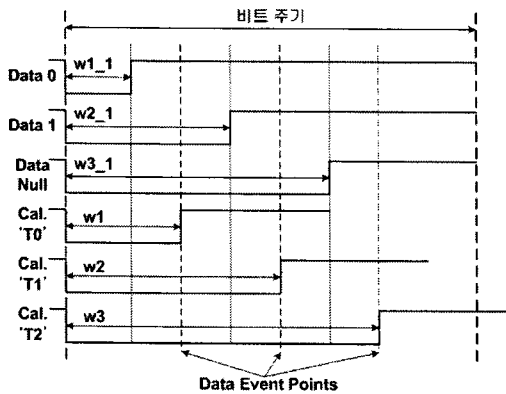


그림 5. 데이터 심벌 및 Data calibration 신호의 타이밍 관계

태그로부터의 응답은 태그가 w1_1, w2_1 타이밍을 인식하고 나서 데이터 이벤트 포인트(data event point)인 w1 또는 w2 시점부터 '0' 또는 '1'에 해당하는 신호를 리더로 전송하게 되는데 이 때 태그로부터의 응답 신호전송이 종료되는 시점은 w1, w2 타이밍이후 w3 구간이 종료되는 시점까지이다. 그러므로 w3 타이밍을 길게 설정할수록 리더에서 태그의 응답신호를 수신하는 시간이 길어지기 때문에 태그 응답 신호의 수신 성

능이 향상될 수 있다. 위에서 설명된 일련의 과정이 정상적으로 이루어지면 태그는 리더의 명령에 따른 응답 신호를 리더로 전송하게 된다. 리더로 전송되는 태그 데이터는 리더로부터 공급되는 반송파 신호를 이용하여 ASK 변조 수행 후 리더로 전송하게 된다. 태그 데이터 '0'과 '1'은 각각 2.2MHz, 3.3MHz의 주파수로 ASK 변조되어 리더로 전송된다.

3. 휴대용 RFID 리더 시스템 설계

본 논문에서 제안하는 휴대용 RFID 리더 시스템은 휴대를 보다 용이하게 하기 위하여 표준에서 제안하는 것보다 적은 RF 전력을 출력하도록 설계하였다. 적은 출력 전력을 사용한다는 것은 고출력을 발생시키기 위하여 사용되는 능동, 수동 부품의 크기 및 그 사용 수량을 감소시킬 수 있으며 그에 따라 회로의 복잡도를 최소화시킬 수 있으므로 전체적인 시스템의 크기를 감소시킬 수 있다. 하지만 RF 출력 전력이 감소함으로써 태그의 인식 거리가 감소하게 되며, 동일한 거리에서 태그를 인식하게 되는 경우 출력 전력이 높은 경우보다 인식 신뢰성이 낮아지게 된다. 이러한 부분은 휴대용 RFID 리더라는 부분을 고려해본다면 장치의 운용상에서 충분히 보완이 되는 부분이라고 할 수 있다. 고정형 RFID 리더와는 다르게 휴대용 RFID 리더는 인접한 태그의 인식에 주로 이용된다는 점을 감안한다면 인식거리의 감소는 자연스럽게 해결되어진다.

일반적으로 수동형 RFID 시스템에서 태그가 정상적인 동작을 수행하기 위해서 수신하여야 하는 최소전력은 $-10dBm(100\mu W)$ 정도이다. 모바일 RFID 시스템에서는 단말과 태그와의 접근이 용이하기 때문에 약 1m 이내의 인식거리이면 적절한 RFID 응용 서비스를 제공할 수 있다고 판단되고 있다. 따라서 모바일 RFID와 태그 사이에서의 링크 손실, 2dBi 이하의 태그 안테나의 이득, 0dBi 이하의 모바일 RFID 리더 안테나의 이득(내장형 휴대폰 안테나 기준) 등을 감안하여 20dBm 이상의 전력이 출력되어야 한다. 그리고 모바일 RFID는 리더의 이동성에 초점을 맞추었기 때문에 다수의 태그를 한꺼번에 인식할 필요는 없다. 따라서 수 개의 태그에 대하여 인식 코드 정보를 요청, 전송하면 되기 때문에 최

대 40kbps 정도의 전송 속도로 충분히 필요한 응용 서비스의 창출이 가능하다[9].

그리고 태그 인식에 있어서의 신뢰성 문제를 고려해 볼 때 이는 데이터 통신 속도와 밀접한 관련을 갖는다. EPC Class 0 표준에서 규정하고 있는 리더와 태그 간의 데이터 통신 속도는 16 ~ 80kbps이다[10]. 즉 최대 80kbps 이내에서 설계자의 의도 및 시스템의 성능에 따라 다양한 통신 속도의 운용이 가능하다. 본 논문에서 제안하고 있는 구조는 표준에서 제안하는 것보다 통신 성능이 열악한 조건이기 때문에 리더와 태그 간의 데이터 통신은 약 11kbps의 속도로 이루어지도록 설계하였다. 통신 속도를 낮게 운용함으로써 데이터 송수신시 태그로부터 수신되는 데이터의 수신 시간을 증가시킴으로써 태그 인식 신뢰성을 향상시킬 수 있다. 통신 속도의 저하가 전체적인 태그 인식 성능에 미칠 수 있는 영향에 대한 부분은 표준에서 제안하는 최소 통신 속도인 16kbps와 비교해 볼 때 태그 ID의 길이가 64bit 인 경우 CRC 데이터를 더하면 총 80bit의 데이터가 하나의 태그를 인식할 때 수신하게 되는 데이터 길이이다. 16kbps의 경우 하나의 태그를 인식하기 위한 수신 시간은 5ms이며, 11kbps의 경우는 약 7.3ms이다. EPC Class 0의 경우 리더는 태그로부터 수신한 1bit의 데이터를 다시 태그로 전송함으로써 다음 1bit의 데이터를 태그로부터 수신하게 된다. 따라서 하나의 태그 인식을 위해서는 수신 데이터의 길이와 동일한 길이의 데이터 송신 시간이 필요하게 된다. 따라서 하나의 태그 인식을 위하여 소요되는 총시간은 하드웨어에서의 기타의 시간을 무시하면 16kbps의 경우 10ms, 11kbps의 경우 14.6ms의 시간이 소요된다. 1초를 기준으로 할 때 16kbps의 경우는 초당 100개, 11kbps의 경우는 초당 약 68개의 태그 인식이 가능하다. 휴대용 RFID 리더가 사용되는 환경에서는 다수의 태그 인식 보다는 소수의 태그를 근거리에서 인식하는 경우를 쉽게 가정할 수 있으므로 초당 68개의 인식 성능을 갖는 RFID 리더의 활용이 충분히 가능하다고 사료된다.

본 논문에서 구현된 휴대용 RFID 리더에서의 신호 타이밍 관계는 [표 3]에 나타내었다.

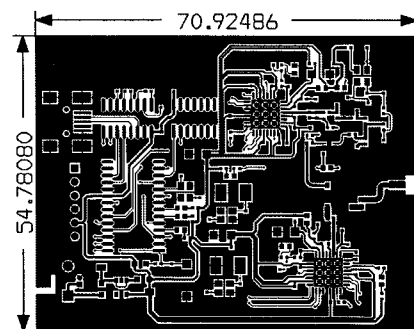
표 3. 구현된 RFID 리더에서의 타이밍 관계(μs)

Parameter	Value	Parameter	Value
비트 주기	90	w2_1	14
Master Reset	3300	w3_1	23
t	116	w1	11
s1	15	w2	17
w1_1	6	w3	66.7

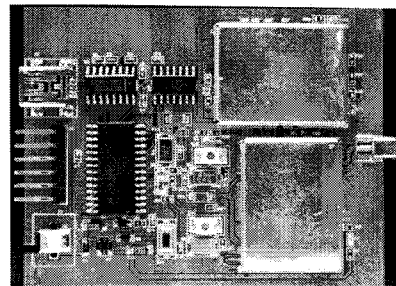
III. 결과 및 고찰

1. RFID 리더 시스템 제작

[그림 6]은 설계 및 제작된 RFID 리더 시스템의 보드 레이아웃, 부품 배치도 및 제작 사진을 나타낸 것이다. 제작된 RFID 리더 시스템의 전체 크기는 가로 71mm, 세로 55mm의 크기를 갖는다. 그리고 설계된 RFID 리더는 최대 20dBm의 RF 출력을 가지며 태그와의 데이터 통신 속도는 약 11kbps이다.



(a) Board Layout



(b) 제작 사진

그림 6. 설계된 RFID 리더 보드 레이아웃, 부품 배치도 및 제작 사진

2. RFID 리더 시스템 측정

본 논문에서는 휴대용 RFID 리더를 설계하고 제작하여 그 제반 특성을 측정을 통해 분석하였다. 설계 및 측정은 EPC Class 0 표준에 기초하여 수행하였으며 태그의 데이터를 인식하기 위하여 리더로부터 출력되는 신호의 주파수 스펙트럼, 각 신호의 타이밍 관계 및 이들 신호를 수신하는 태그로부터의 응답 신호를 측정 분석함으로써 제안하는 휴대용 RFID의 설계의 적절성을 확인한다.

[그림 7]은 RFID 리더 시스템의 RF 출력 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 나타내고 있다. 측정된 최대 RF 출력 전력은 19.58dBm으로써 측정을 위한 외부 접속 커넥터 및 측정 케이블에서의 손실을 감안하면 앞에서 제시한 20dBm의 출력에 근접함을 그림으로부터 확인할 수 있다.

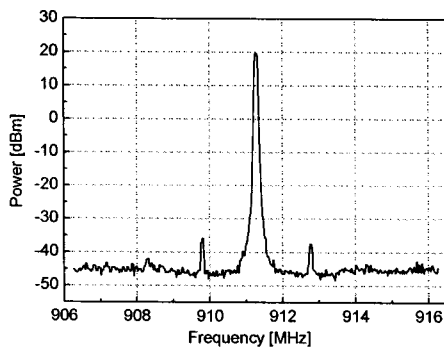


그림 7. RF 반송파 출력 스펙트럼

[그림 8]은 RFID 리더로부터 출력되는 'Master Reset', 'Oscillator Calibration' 신호, 'Data Calibration' 신호 및 'ResetIDFlag' 명령 및 'ResetIDFlag' 명령에 대한 태그의 응답신호를 측정된 파형이다.

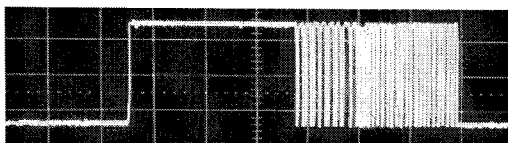


그림 8. RFID 리더로부터의 출력 신호 측정 파형

[그림 9]는 'Master Reset' 신호의 타이밍을 측정된 그림으로써 본 논문에서는 인식 영역내의 태그들이 충

분히 리셋 신호를 인식하고 또한 태그에 충분한 초기 동작 전력을 공급하기 위하여 'Master Reset' 신호의 지속 시간을 약 3.3ms로 설정하였으며, 설정된 타이밍에 적절한 신호의 출력이 이루어지고 있음을 확인할 수 있다.

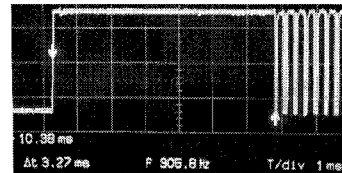
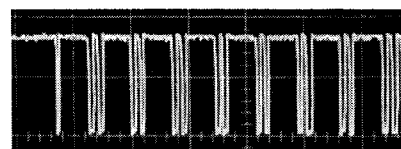
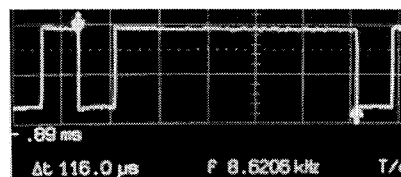


그림 9. Master Reset 신호 측정 파형

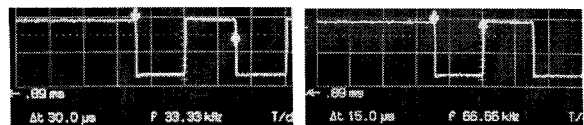
[그림 10]은 'Oscillator Calibration' 신호를 측정된 파형으로써 지속시간이 116 μ s인 8개의 calibration 펄스가 각각 펄스 지속 시간이 15 μ s인 on, off 펄스에 의하여 구분되고 있음을 확인할 수 있다.



(a) 오실레이터 calibration 신호



(b) calibration 펄스의 주기

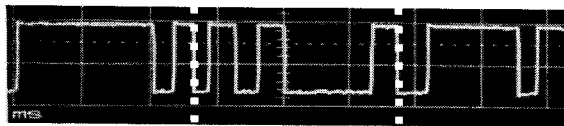


(c) 구분 펄스 주기 (d) 구분 펄스 low 지속시간

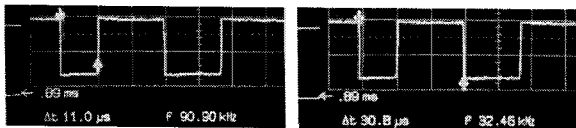
그림 10. Oscillator Calibration 신호 측정 파형

[그림 11]은 'Data Calibration' 신호를 측정된 파형이다. 그림에서 백색 점선으로 표시된 구간이 'Data Calibration' 신호에 해당된다. 'Oscillator Calibration' 신호 이후에 바로 'Data Calibration' 신호의 출력이 이루어지고 있음을 확인할 수 있으며, '0', '1' 그리고 'Null' 데이터에 대한 calibration 펄스가 [표 3]에서 제안하고

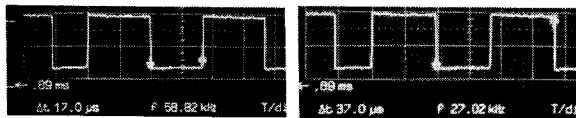
있는 내용에 적절하게 출력됨을 확인할 수 있다. 그림에서 확인할 수 있듯이 각 calibration 펄스의 구분은 지속시간이 20 μ s인 high 펄스에 의하여 이루어지고 있으며, '0' calibration 펄스의 지속시간은 6 μ s, '1' calibration 펄스의 지속시간은 11 μ s 그리고 'Null' calibration 펄스의 지속시간은 66.4 μ s를 타나내고 있다.



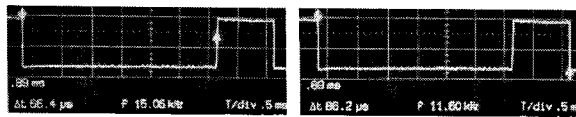
(a) 데이터 calibration 신호



(b) "0" calibration 신호



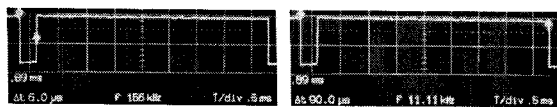
(c) "1" calibration 신호



(d) "Null" calibration 신호

그림 11. Data Calibration 신호 측정 파형

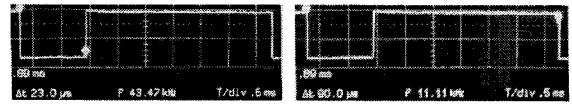
[그림 12]는 구현된 휴대용 RFID 리더로부터 출력되는 '0', '1' 그리고 'Null' 데이터에 대한 펄스 신호를 측정 한 그림이다. [표 3]에서 제시하고 있는 내용대로 각 데이터 펄스는 90 μ s의 주기를 가지고 있으며, '0' 데이터의 경우 로우(low) 펄스 지속시간이 6 μ s, '1' 데이터의 경우 로우 펄스 지속시간이 14 μ s 그리고 'Null' 데이터의 경우 로우 펄스 지속시간이 23 μ s로 나타나고 있다.



(a) "0" 데이터 펄스



(b) "1" 데이터 펄스



(c) "Null" 데이터 펄스

그림 12. 데이터 펄스 측정 파형

[그림 13]은 구현된 휴대용 RFID 리더 시스템으로부터의 'ResetIDFlag' 명령에 따라 태그에서 응답하는 신호의 유형을 측정 한 파형이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 'Master Reset', 'Oscillator Calibration', 'Data Calibration'이 정상적으로 수행된 후 리더로부터 출력되는 'ResetIDFlag' 명령에 따라 태그가 정상적으로 응답함을 확인할 수 있다. 'ResetIDFlag' 명령은 이전에 태그가 리더에 의해서 인식되었는지의 여부를 지정하는 'ID Flag'를 리셋시켜 이전에 인식되었던 태그를 포함하는 모든 태그가 리더의 인식 과정에 참여할 수 있도록 하는 명령이다. 'ResetIDFlag' 명령에 대해서는 태그가 수신하는 비트('0' 또는 '1')와 동일한 비트('0' 또는 '1')에 해당하는 응답신호를 리더로 전송하게 되는데 이는 리더와 태그의 통신에 있어서의 동기 설정 과정에 해당한다. 'ResetIDFlag' 명령이 정상적으로 수행된 이후에 태그는 리더로부터 수신되는 데이터에 따라 자신이 저장하고 있는 ID 정보를 한 비트씩 리더로 전송하는 과정을 수행하게 된다.

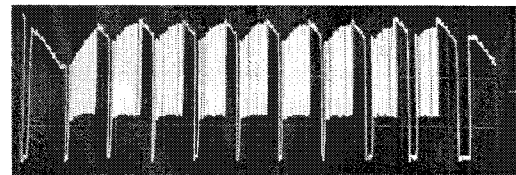


그림 13. 리더로부터의 태그 리셋 신호에 대한 태그의 응답 파형

[그림 14]는 태그 응답 신호에 대한 주파수 스펙트럼을 측정 한 파형이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 태그로부터의 응답 데이터 '0'과 '1'은 RF 반송파를 중심으로 각각 2.2MHz와 3.3MHz 이격된 주파수의 신호로 응답하고 있음을 확인할 수 있다.

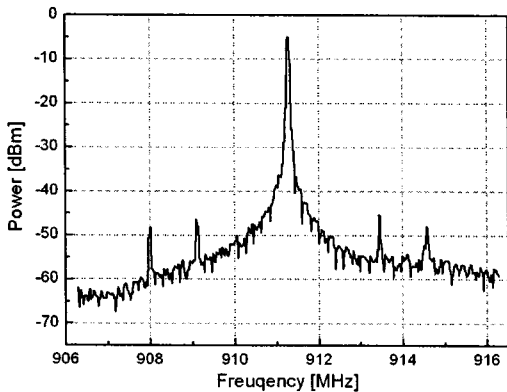
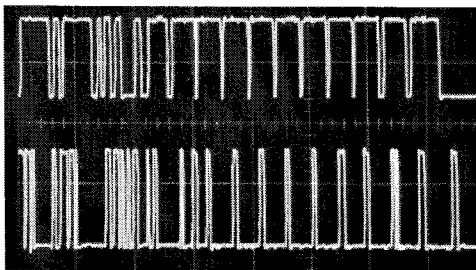
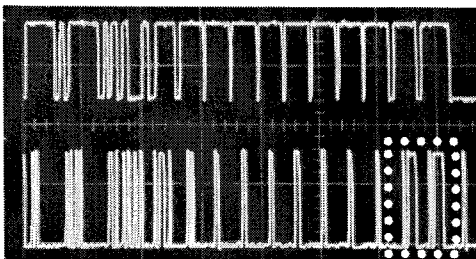


그림 14. 태그 응답 신호 스펙트럼

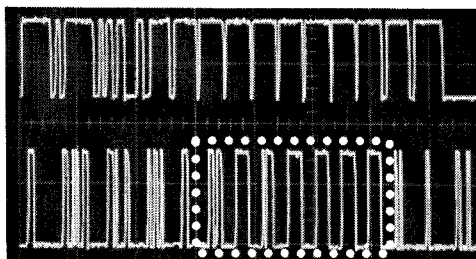
[그림 15]는 태그로부터의 응답신호에 대하여 복조된 디지털 출력 파형을 나타내는 그림이다.



(a) 인식영역 내에 태그가 존재하지 않는 경우



(b) 인식 영역 내의 태그로부터의 "1" 응답



(c) 인식 영역 내의 태그로부터의 "0" 응답
그림 15. 태그 응답 신호의 디지털 복조 출력

[그림 15] (a)는 태그가 인식영역 내에 존재하지 않은

경우 리더에서 복조되는 출력신호의 파형을 나타내고 있다. 그림에서 확인할 수 있듯이 리더로부터 각각의 데이터 펄스가 출력된 이후 수신, 복조되는 신호가 존재하지 않는다. [그림 15] (b)는 태그가 인식영역 내에 존재하는 경우 리더로부터 출력되는 '1'신호에 대한 응답 파형을 측정된 그림이고, [그림 15] (c)는 '0' 데이터에 대한 응답 파형을 측정된 그림이다. 그림에서 확인할 수 있듯이 리더로부터 출력되는 '0' 및 '1' 데이터에 대하여 태그가 적절히 응답하고 있음을 확인할 수 있다.

IV. 결 론

본 논문에서는 900MHz 대역 RFID 리더 시스템을 설계하고 측정을 통해 그 제반 특성을 분석하였다. 리더 시스템의 제반 특성의 측정은 EPC Class 0 표준에서 제안하는 내용을 기초로 수행하였다. 설계된 휴대용 RFID 리더는 EPC Class 0 표준에서 제안하는 것보다 낮은 20dBm의 출력 전력을 가지며, 태그와의 데이터 통신 속도는 11kbps이다. RF 출력 전력을 감소시키고 그에 따라 태그와의 데이터 통신 속도를 낮게 운용함으로써 RFID 리더를 휴대가 용이하도록 설계할 수 있었다. 제작된 휴대용 RFID 리더의 크기는 가로 71mm, 세로 55mm로서 이는 상용 휴대용 RFID 리더인 Intermec사의 IP4의 크기 94mm×178mm, 그리고 WJ Communication사의 PCMCIA 타입 RFID 리더인 MPR5000의 크기 90mm×54mm와 비교할 때 최대 90%, 최소 14% 감소된 것이다.

참 고 문 헌

- [1] 남상엽, 변상기, 정교일, *RFID 구조 및 응용*, 상학당, 2006.
- [2] 이성희, *RFID/USN 산업 동향*, 기술정책정보단 정보조사분석팀, 2005.
- [3] K. Finkeneller, *RFID Handbook*, John Wiley&Sons Inc., 2003.

[4] J. Banks, D. Hanny, M. A. Pachano, and L. G. Thompson, *RFID Applied*, John Wiley&Sons Inc., 2007.

[5] J. P. Curty, M. Declercq, C. Dehollain, and N. Joehl, *Design and Optimization of Passive UHF RFID Systems*, Springer Science+Business Media, LLC, 2007.

[6] <http://ww1.microchip.com/downloads/en/DeviceDoc/39632D.pdf>

[7] <http://focus.ti.com/docs/prod/folders/print/cc1020.html>

[8] <http://www.partron.co.kr/data/pdf/CL05BR0911AAE2.pdf>

[9] 박경환, “모바일 RFID 기술 개발”, TTA Journal, No.102, pp.38-43, 2005.

[10] Auto-ID Center Massachusetts of Technology Technical Report, *Draft protocol specification for a 900MHz Class 0 radio frequency identification tag*, Auto-ID Center Massachusetts of Technology, 2003.

김 홍 수(Heung-Soo Kim)

정회원



- 1980년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학석사)
- 1990년 2월 : 한양대학교 전자통신공학과 (공학박사)
- 1987년 ~ 현재 : 제주대학교 통신컴퓨터공학부 통신공학전공 교

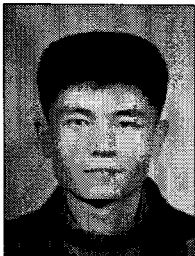
수

<관심분야> : 마이크로파 능동회로, 안테나, RF 회로 설계 기법

저 자 소 개

강 봉 수(Bong-Soo Kang)

정회원



- 1996년 2월 : 명지대학교 전자공학과 (공학사)
- 2002년 2월 : 제주대학교 통신공학과 (공학석사)
- 2004년 2월 : 제주대학교통신공학과 박사수료

<관심분야> : 안테나 및 전파전파, 전자파 수치해석, 안테나 설계