

# 13.56MHz RFID Type B 시스템에서 변조지수에 따른 인식거리의 변화

°김용희\*, 양운근\*, 유홍준\*\*

\* 인천대학교 공과대학 전자공학과

\*\* (주) 제이티

E-mail : [wgyang@incheon.ac.kr](mailto:wgyang@incheon.ac.kr)

## Change of Recognition Range According to Modulation Index of the 13.56MHz RFID Type B System

°Yong Hee Kim\*, Woon Geun Yang\*, Hong Jun Yoo\*\*

\* Dept. of Electronics Eng., University of Incheon, 402-749, Korea

\*\* JT Corporation

### Abstract

In this paper, we investigated the recognition range according to modulation index for the ISO(International Standards Organization) 14443 13.56MHz contactless Type B RFID(Radio Frequency IDentification) system. We measured recognition range with changing modulation index step by step from 5% to 24% where we used 4 samples of Type B transponder with different resonance frequencies between 13.838MHz and 17.200MHz. While gradually increasing a distance in vertical direction from the center of the reader antenna, we measured the distance where the transponder's PUPI(Pseudo Unique PICC(Proximity IC Card) Identifier) is recognized continuously during 10 seconds and the distance where the transponder's PUPI is recognized at least two times during 5 seconds. From the measurement results, we found that the best recognition ranges were achieved when the reader had modulation index between 11% and 14%.

### I. 서론

RFID(Radio Frequency IDentification) 기술은 바코드를 대체할 차세대 기술이다. RFID의 응용분야는 산업분야의 공정관리, 출입관리, SCM(Supply Chain Management)에서부터, 물류 유통 분야의 우편, 택배, 창고, 재고 관리, 공공분야

의 도서관, 주차, 교통요금 관리, 기타 금융, 수목, 환자, 가축 관리에서 엔터테인먼트 분야까지 그 응용분야가 다양하고 광범위하다. RFID 기술은 응용별로 주파수 대역을 달리하여 여러 분야에 적용할 수 있는 범용성을 가지고 있다[1].

13.56MHz의 주파수 대역을 갖는 비접촉식 트랜스폰더에 관한 표준은 ISO(International Standards Organization) 14443, ISO 10563, ISO 15693 등의 세 가지가 있다. ISO 14443은 근접 트랜스폰더를 처리하는 표준으로 읽기, 쓰기 모두가 요구되는 주로 교통카드에서 많이 사용되고, ISO 10563은 원격 비접촉식 트랜스폰더와 하나 이상의 트랜스폰더가 리더기 안에 있을 경우 충돌 방지와 운영과 같은 고유 이슈 등을 처리하고, ISO 15693은 장거리 비접촉식 트랜스폰더를 처리한다. 이러한 스마트 카드 표준 확립은 트랜스폰더 간의 호환성을 가능하게 해주어 운영체제를 이용한 다양한 응용 트랜스폰더 시장을 촉진시키고 있다[2].

현재 ISO 14443의 주요 적용 분야는 지불시스템(대중교통, 발권) 또는 패스(ID 카드, 회사 패스)이다. 장기적으로 비접촉 스마트 카드는 기존 적용 분야인 전화카드, EC(Electronic Commerce)카드 등의 접촉 트랜스폰더를 교체하고 있다[3]. ISO14443에서의 Type B 는 그 동안 주류를 이뤘던 Type A 보다 변조지수가 낮아 전원 발생을 위한 충전기를 설치할 필요가 없어 전체 시스템 크기를 크게 줄일 수 있고 개발비용도 절감할 수 있는 장점이 있다[4].

본 논문에서는 Type A 트랜스폰더에 비해 그동안 연구 개발이 덜된 Type B 트랜스폰더에 대해 Micropross사 MP300을 이용하여 리더측의 변조지수를 변화시켜가며 Type B 트랜스폰더 시료 4장의 PUPI(Pseudo Unique PICC(Proximity

IC Card) Identifier) 인식거리 변화에 관한 측정을 하고 결과를 분석한다.

2장에서는 변조지수 및 트랜스폰더의 공진주파수 측정에 대해 살펴보고, 3장에서는 각 시료별 실험 결과를 제시하며, 4장에서 결론을 맺는다.

## II. 변조지수와 트랜스폰더의 공진주파수

### 2.1 ASK(Amplitude Shift Keying)에서의 변조지수

ISO 14443은 리더에서 스마트 카드로의 데이터 전송을 위하여 Type A는 100% ASK 변조를 사용하고 Type B는 8%~14%의 ASK 변조를 사용한다[5]. 스마트 카드로부터 리더에의 데이터 전송은 부하 변조 방식을 취하고 있다. ASK는 그림 1과 같이 이진 데이터를 전송하는데 반송파의 진폭을 서로 다르게 하여 전송하는 방식으로서 변조지수는 다음과 같이 정의된다. 그림 1에서 큰 진폭을 A, 작은 진폭을 B라고 하면 변조지수는 식(1)과 같이 정의된다.

$$\text{변조지수} = \frac{A-B}{A+B} \times 100 (\%) \quad (1)$$

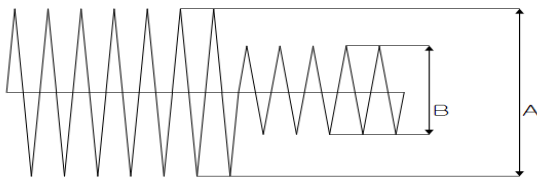


그림 1. ASK 변조파형.

그림 2는 실제로 변조지수를 측정한 것으로서 데이터의 전송율이 반송파의 주파수에 비하여 낮으므로 반송파가 밀하게 나타나게 된다.

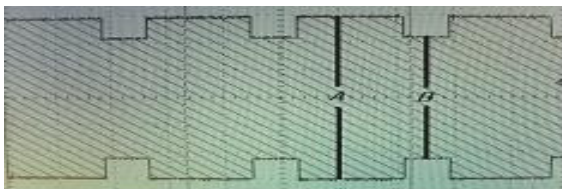


그림 2. 오실로스코프를 이용한 변조지수 측정.

### 2.2 트랜스폰더의 공진주파수 측정

유도성 결합 트랜스폰더의 공진주파수를 정확히 측정하여 요구되는 값과의 차이를 줄이는 것은 트랜스폰더 제작에서 매우 중요하다. 그러나 보통 트랜스폰더는 제작 후 손상을 줄이기 위해서 유리나 플라스틱 등으로 하우징되어 있기 때문에 직접적으로 공진주파수를 측정할 수 없고 유도성 결합 방

법으로만 측정할 수 있다. 측정하고자 하는 주파수의 2배 이상의 공진주파수를 갖는 결합 코일을 측정기와 측정하고자 하는 트랜스폰더 사이에 두고 유도성 결합으로 최소값 주파수와 임피던스 진폭의 최대값 주파수를 측정한다. 최소값 주파수는 공진주파수의 비해 약간 높고 임피던스 진폭의 최대값 주파수는 공진주파수 값보다 약간 낮다.

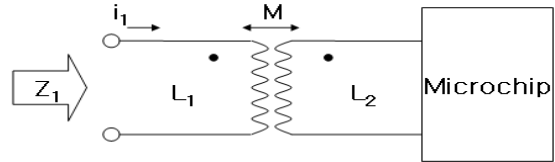


그림 3. 트랜스폰더 공진주파수 측정을 위한 회로.

그림 3은 트랜스폰더의 임피던스 진폭의 최대값과 최소값 주파수를 측정하기 위한 회로의 구성으로 임의의 주파수 범위에 대한  $Z_1$ 의 복소 임피던스를 측정할 수 있는 임피던스 측정기와 결합 코일  $L_1$ 으로 구성된다.

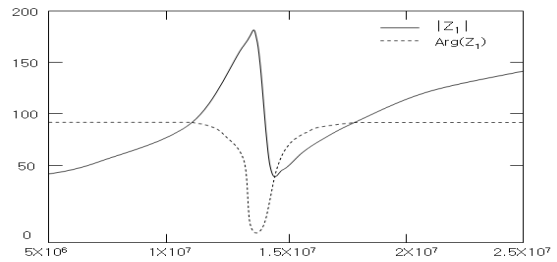


그림 4. 측정된 트랜스폰더의 임피던스와 위상의 예.

그림 4는 측정된 트랜스폰더의 임피던스 진폭과 위상의 예를 보여주고 있다. 그림에서 트랜스폰더의 공진주파수는 임피던스 진폭  $|Z_1|$ 의 최대값 주파수와 위상  $Arg(Z_1)$ 의 최소값 주파수 사이에 존재하게 된다[3, 6-7].

## III. 시료의 공진주파수와 인식거리 측정결과

실험은 먼저 Type B 트랜스폰더 시료 4장을 가지고 HP4195A 네트워크 분석기를 이용하여 시료별 공진주파수를 측정한 후, ISO 14443의 표준을 만족하는 Micropross 사의 MP300을 이용하여 변조지수를 5%~24%로 변화시키며 시료별 인식거리를 측정하여 그 결과를 분석하였다.

인식거리 측정 방법으로 각 변조지수마다 리더기 안테나의 중심으로부터 수직 방향으로 거리를 점차 늘려가며 Type B 트랜스폰더의 PUPI가 10초 동안 지속적으로 인식되는 거리와 5초 동안 부분적으로 인식되는 거리를 측정하였다. 트랜스폰더는 인식거리가 길고 한번의 접근으로 인식이 되어야 한다. 그래서 실험은 보다 긴 인식거리와 한번의 접근으로

도 지속적으로 인식되는 거리를 알아보기 위하여 10초 동안 지속적인 인식 거리와 5초 동안 최소 두 번 정도 부분적인 인식 거리를 측정하는 두 가지 방식으로 진행하였다.

그림 5는 본 논문의 실험에서 사용된 ISO 14443 규격을 만족하는 Type B 트랜스폰더 시료를 보여주고 있다. 시료는 PVC(Polyvinyl Chloride)로 하우징되어 있다.



그림 5. Type B 트랜스폰더 시료들.

그림 6은 트랜스폰더 시료의 임피던스 특성을 측정할 결과의 예이다. 공진주파수는 임피던스 진폭의 최대값 주파수와 최소각 주파수 사이에 존재하게 된다. 트랜스폰더의 공진주파수는 직접적으로 측정할 수 없고, 임피던스 진폭의 최대값 주파수, 최소각 주파수와 공진주파수의 차이가 크지 않으므로 본 논문에서는 임피던스 진폭의 최대값 주파수와 최소각 주파수를 측정하여 그 중간값을 공진주파수로 같음하였다.

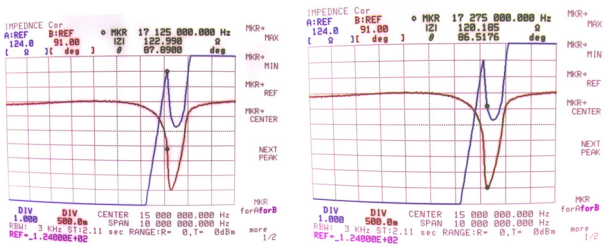


그림 6. HP4195A 네트워크 분석기를 이용한 공진주파수 측정.

표 1은 각 Type B 트랜스폰더 시료 각각에 대하여 측정된 공진주파수를 보여주고 있다.

MP300을 이용하여 변조지수에 따른 인식거리 변화를 측정할 때 MP300 리더기의 field strength는 100%로 고정하고 ASK 변조지수를 5%~24%로 변화 시키면서 측정하였다. 그림 7은 MP300을 이용하여 MP300 리더기의 변조지수를 변화시키면서 PUPI 인식을 측정하는 화면을 보여주고 있다. 그림 8은 최대인식거리를 측정하는 모습이다. 그림 9는 실험에서 사용된 Type B 각 트랜스폰더 시료의 PUPI가 5초 동안 부분적으로 인식된 거리와 10초 동안 지속적으로 인식된 거리의 측정 결과를 나타낸 그림이다. 그림에서 가로축은 변조지수로 실험 측정 범위 5%~24%를 나타내고 있으며, 세

로축은 트랜스폰더 시료에 따라 측정된 인식거리를 보여주고 있다. 측정 결과 트랜스폰더의 PUPI가 5초 동안 부분적으로 인식된 거리는 리더의 변조지수가 시료 A번 13%, 시료 B번 11%, 시료 C번 11%, 시료 D번 14% 일 때 최대가 됨을 확인할 수 있었다. 트랜스폰더의 PUPI가 10초 동안 지속적으로 인식되는 거리는 리더의 변조지수가 시료 A번 13%, 시료 B번 12%, 시료 C번 11%, 시료 D번 12% 일 때 최대가 되었다.

표 1. 측정된 시료별 공진주파수.

시료	공진주파수
A번	13.838MHz
B번	14.625MHz
C번	14.631MHz
D번	17.200MHz

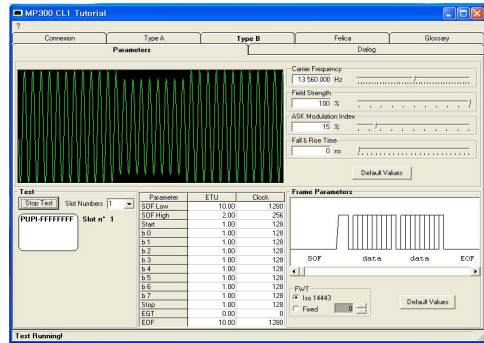
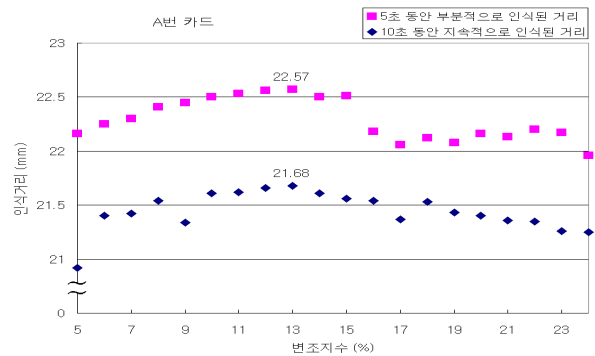


그림 7. MP300을 이용한 PUPI 인식 거리 측정 화면.



그림 8. 시료의 인식거리 측정.



(a)

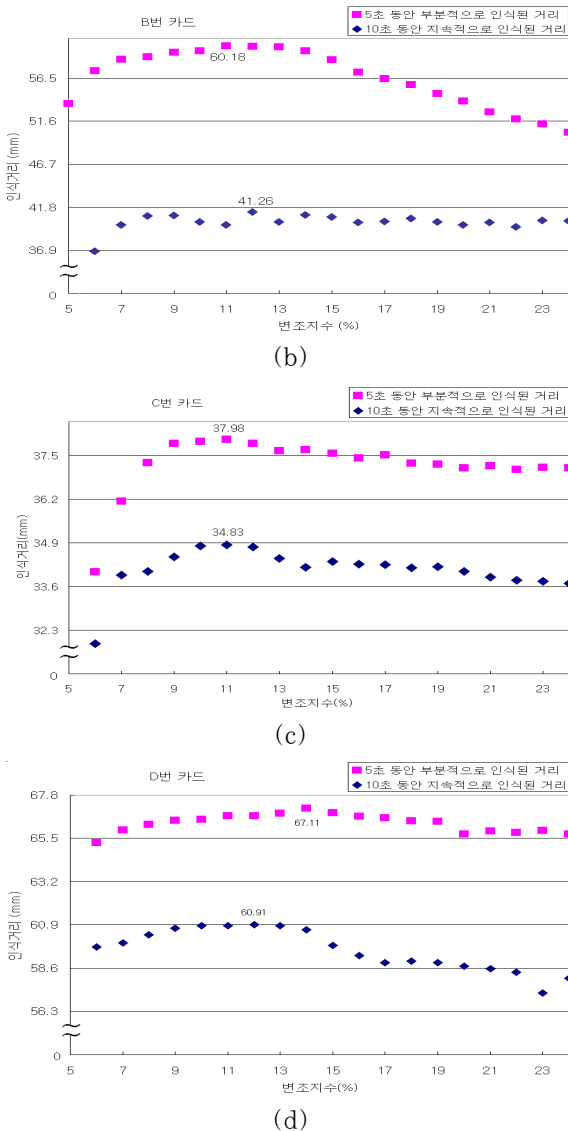


그림 9. 카드별 측정된 인식거리.

(a) A번 카드, (b) B번 카드,  
(c) C번 카드, (d) D번 카드.

트랜스폰더의 인식거리는 트랜스폰더의 공진주파수가 리더기의 전송주파수 13.56MHz에서 벗어나면 트랜스폰더를 동작시키기 위해 높은 전계강도가 요구되어 실제 동작에서 인식 영역을 감소시키는 결과를 가져온다[3]. 그러나 측정 결과에서는 리더기의 전송주파수 13.56MHz에서 가장 벗어나는 공진주파수를 갖는 시료 D번이 가장 긴 인식거리를 보였는데 이는 각 시료에 사용된 칩이 동일한 것이 아닌 영향으로 판단된다.

#### IV. 결론

본 논문에서는 13.56MHz를 이용하는 비접촉식 스마트 카드 ISO 14443에서의 리더와 근접 결합 스마트 카드간에 데

이터 전달을 위한 Type B에 관하여 변조지수에 따른 인식거리 변화를 관찰하였다. 먼저 시료별로 공진주파수를 측정 한 후, 리더의 변조지수를 5%~24%로 변화시키며 PUPI가 10초 동안 지속적으로 인식되는 거리와 5초 동안 부분적으로 인식되는 거리를 측정하여 그 결과를 분석하였다.

실험 결과로서 PUPI가 5초 동안 부분적으로 인식되는 거리는 변조지수가 시료 A번 13%, 시료 B번 11%, 시료 C번 11%, 시료 D번 14% 일 때 인식되는 거리가 최대가 됨을 보였다. PUPI가 10초 동안 지속적으로 인식되는 거리는 변조지수가 시료 A번 13%, 시료 B번 12%, 시료 C번 11%, 시료 D번 12% 일 때 인식되는 거리가 최대가 됨을 보였다. 시료별로 측정된 인식거리의 차이는 각 시료에 사용된 칩이 동일하지 아니한 결과로 생각된다. 그러나 동일한 시료에서는 모두 규격에서 정의하고 있는 변조지수 범위내에서 최대인식 거리를 가지는 것으로 보여 아마 규격상의 변조지수에서 최적의 성능을 가지도록 설계한 것으로 추정된다.

추후에 공진주파수의 변화에 따른 인식거리의 영향을 파악하기 위해서는 동일한 칩을 사용한 시료를 사용하여 측정할 필요가 있다. 그러나 다른 칩을 사용한 각각의 시료가 11%~14%의 변조지수를 사용할 때 인식거리가 가장 긴 결과를 보였는데 이는 리더의 설계 시에 참고가 될 것으로 생각된다.

#### 참고문헌

- [1] 김완석, "RFID 표준화 동향", 주간 기술동향 통권, 1150호, pp.1~13, 2004년 6월 16일.
- [2] 박찬교, 이윤철, "국내외 스마트 카드 기술 및 시장 동향", 전자통신 동향 분석, 제16권, 제5호, pp.77~84, 2001년 10월.
- [3] Klaus Finkenzeller, *RFID HANDBOOK, 2nd ed.*, John Wiley & Sons, 2003.
- [4] 전자 신문, 2000년 6월 16일.
- [5] "ISO/IEC 14443-2 : Radio Frequency Power and Signal Interface - FCD version", [www.yayacard.com](http://www.yayacard.com).
- [6] 박용주, 양운근, 김정호, "DBS, DTS 시험을 통한 RFID 콤비 카드의 특성 분석", 인천대학교 논문집, 제29호, pp.353~364, 2003년 12월.
- [7] 김혁진, 윤기석, 양운근, 유홍준, "13.56MHz RFID 트랜스폰더용 안테나 설계 및 구현", 마이크로파 및 전자전파 학술대회 논문집, 제28권, 제1호, pp.391~394, 2005년 5월.

=====

This work was supported by the Ministry of Commerce Industry and Energy(MOCIE), the Korea Institute of Industrial Technology Evaluation and Planning(ITEP) through the Multimedia Research Center at University of Incheon.