

## RF-ID를 이용한 스마트카드의 FRAM 운용

이용제\*,이교성,김도훈,김용상,김양모  
충남대학교 전기공학과

### FRAM application of smart card using RF-ID

Lee Yong-Jea\*, Lee Kyo-Sung, Kim Do-Hun, Kim Yong-Sang, Kim Yang-Mo  
Dept. of Electrical Engineering, Chungnam National University

**Abstract** - Smart card system is being used in many countries to improve access to their transportation systems. Especially for subway system that typically see high volumes of passengers at specific times of the days, it's critical to find a way to collect fares without unnecessarily delaying passengers.

The card consists of antenna, modulation and demodulation block, power supply module and memory. The antenna receives the power and data signal from reader. The FRAM is used as the inner memory. And it is a non-volatile memory and complements the problems, that is high consumption and low data processing speed, of using conventional EEPROM in the passive smart card.

In this paper, we analyze and design the RF passive smart card to apply to the fare collection for the subway gate system.

## 1. 서 론

강유전체가 갖는 이력특성을 메모리 동작에 응용하려는 시도는 일찍부터 검토되어 왔다. 1990년대에 들어 강유전체를 이용한 FRAM 소자가 고속, 저소비 전력, 높은 재기입 횟수 특성 및 불휘발성 특성을 가지는 FRAM에 대한 응용분야는 여러분야로 확대되고 있는 실정이다. 또한 다른 메모리 운용소자에 비해서 FRAM은 소자가 가지는 메모리운용능력에 비해서 저전력소자로 인식이 되기 때문에 RF-ID를 이용한 무선전력전송으로 FRAM의 운용이 가능하다. 현재 스마트 카드 등에서 사용되고 있는 EEPROM에 비해서 높은 재기입횟수 및 불휘발성 특성을 가지게 된다. 이렇게 개선된 FRAM을 지하철의 비접촉 IC 카드의 메모리로 사용하게 될 경우에는 좀더 빠른 개찰시간과 높은 효율을 가져올 수 있게 된다. 이에 본 논문에서는 passive형 비접촉 IC 카드의 메모리로서 FRAM을 사용하여 지하철 요금 징수시스템에 적용을 해보고자 한다.

## 2. 본 론

### 2.1 RF-ID의 구성

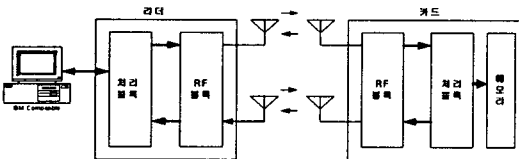


그림 1. RF-ID의 전체 구성

RF-ID는 안테나에서 지속적으로 전파를 발산하고 있고 ID와 DATA가 저장된 카드(TAG)가 그 전파 범위 안에

들어가면 자신이 지니고 있는 ID와 DATA를 안테나로 전송한다. 이때 안테나는 CARD에서 전송된 ID를 데이터 신호로 변환하여 PC에 전송하고 PC는 미리 저장된 DATA BASE와 비교하여 필요한 서비스를 제공하게 된다. 전파는 10KHz ~ 300GHz가 사용되는데 주로 저주파(125KHz)가 사용되고 있고 CARD는 수동형을 사용하여 리더로부터 전력을 전송받아 메모리를 운용하게 된다.

### 2.1.1 리더와 카드의 구성

그림 2는 이 논문에서의 수동형 카드의 동작을 보여주고 있다.

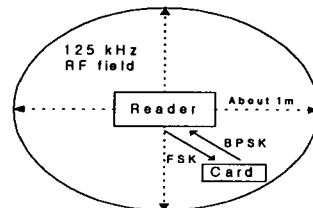


그림 2. 리더와 카드사이의 동작환경

리더는 계속적으로 RF Field를 만들어 내어 스마트 카드를 활성화 시킨다. 스마트 카드가 RF Field의 영역에 들어오게 되면 리더와 카드사이에 통신이 이루어 지게 된다.

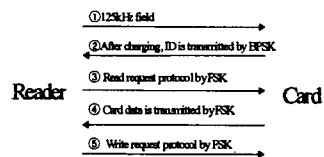


그림 3. 리더와 카드사이의 동작

그림3은 리더와 카드사이의 동작을 보여주고 있다. 카드가 리더에 의해서 발생된 RF Field에 들어서게 되면 카드는 리더에게 자신의 존재를 알리는 신호를 전송한다. 이 논문에서 우리는 ID 신호로서 62.5kHz의 Back-scattering 신호를 사용하였다. 카드가 ID 신호를 리더에게 전송한후 리더는 영역내의 카드의 존재를 인식하게 되고 스마트 카드의 정보를 요청하는 READ protocol 신호를 보내게 된다. 신호를 받은 카드는 리더에 의해서 요청된 정보를 전송하고 리더는 수신된 정보를 처리하고 새로운 데이터를 업데이트 하기위해 WRITE protocol을 카드에게 보내게 된다.카드가 리더에 의해서 보내진 정보가 읽혀진 후에 통신이 끝나게 된다.

## 2.2 무개찰 시스템의 구조

무개찰 시스템의 구성은 그림 4와 같이 바닥면에는 에너지 전송 및 카드인식을 위해서 125kHz의 캐리어 주파수를 사용하고, 벽면에는 2.4GHz대의 주파수를 사용하여 데이터 송수신을 할 수 있도록 구성하였다. 이러한 시스템을 이용하면 승객이 승차권의 제시 및 개찰이 불필요하므로 승객의 소통이 원활해질 수 있다. 또한 바닥면에 지향성 안테나를 설치하여 RF 영역을 실현하였다.

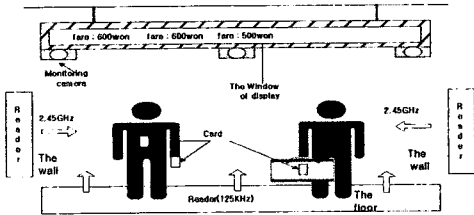


그림 4. 무개찰 시스템 구성도

복주제어기술을 사용하여 통신 Zone내에서 다수의 카드가 존재하는 경우 이들을 분리식별하는 방법으로 사용하였다.

## 2.3 스마트 카드의 디자인

### 2.3.1 전력공급 모듈

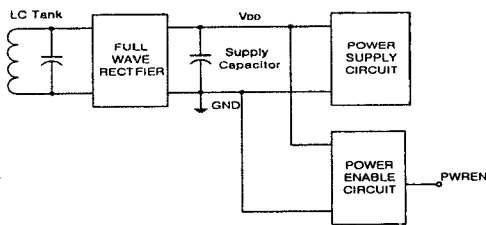


그림 5. 전력공급 모듈

그림 5는 리더로부터 전송된 RF신호를 정류하여 DC 전압을 카드에 공급하고 공급 커패시터에 에너지를 저장하는 전력공급 회로이다. 전력공급 모듈은 clamping회로, power enable회로 그리고 공급 커패시터로 구성된다.

공급 커패시터는  $V_{DD}$ 와 정류기 출력의 접지부분과 연결되어 있다. 강유전 커패시터가 다른 전력모듈회로부분과 함께 집적되어지는 공급커패시터로 사용되었다.

Clamping 회로는 comparator를 통해서 DC 5V로서  $V_{DD}$ 를 유지한다.

### 2.3.2 메모리(FRAM)

스마트 카드에서 메모리는 데이터를 저장하기 위해서 필요하다. 이 논문에서 FRAM은 내부메모리로서 사용되었고 EEPROM과 비교하면 저전력소비와 월등한 재기입 속도 그리고 비휘발성을 가지고 있다. 표1은 FRAM과 EEPROM을 비교한 것이다.

Table1. FRAM과 EEPROM의 비교

	FRAM	EEPROM
Power(Active)	150uA	1mA
Write time	Hundreds of ns	5ms
Data retention	10years	100years

### 2.3.3 Modulation module

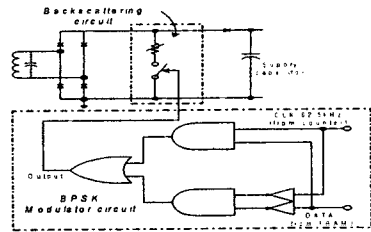


그림 6. Modulation module circuit

그림 5는 BPSK 방법에 의해서 카드내의 FRAM의 출력데이터를 변조한 후 리더에게 Backscattering 신호를 보내는 변조모듈이다. 변조모듈의 입력은 FRAM과 카운터로부터의 62.5kHz 클락신호를 사용하였고 변조회로의 출력신호는 Backscattering 회로의 스위치를 제어한다.

### 2.3.4 Demodulation module

그림 6은 FSK 방법에 의해서 리더로부터 전송된 신호를 감지하는 회로를 보여준다. FSK 감지회로는 펄스발생기와 Frequency shift keying 그리고 동기 모듈회로로 구성된다.

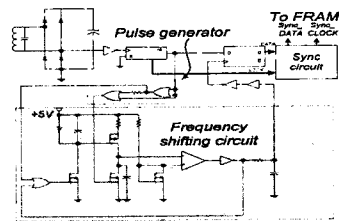


그림 7. FSK 감지 회로

그림 7은 동기모듈회로를 보여준다. FRAM 내부에 입력SDA가 1bit의 데이터에서 1Clock이도록 하기 위해서 카드에 감지된 데이터와 클럭을 동기화 하는 것에 의해서 에러를 체크하는 회로가 필요하다.

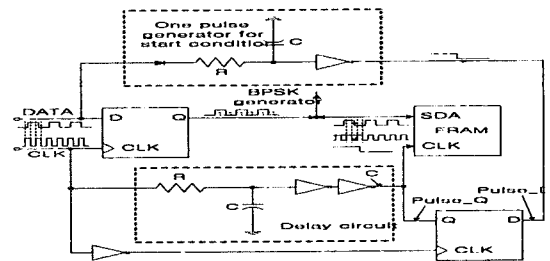


그림 8. 동기 모듈 회로

그림 7에서 비동기 입력된 클럭과 데이터는 D Flip-Flop 에 의해서 동기화되고 클럭은 RC 시정수와 지연회로에서 Schmitt trigger에 의해서 지연이 일어난다. 결과적으로 1클럭이 1bit의 데이터에 적용된다. 데이터가 처음 감지 되었을 때 start condition은 정렬이 되고 그결과 FRAM에 입력된 데이터가 인식되어진다. 그림 8은 1펄스발생기에 의한 FRAM의 start condition을 보여준다.

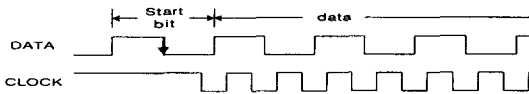


그림 9. Start condition

### 3. 실험결과와 시뮬레이션

#### 3.1 Power module

그림 10에서  $V_{DD}$ 값은 Comparator와 Clamping 트랜지스터를 통해서 5V에서 충전과 방전을 반복한다.  $V_{DD}$ 값이 5V이상이면 Operating signal(PWREN)이 High가 되고  $V_{DD}$ 값이 5V이하이면 low가 된다. 실험에서 전력공급 모듈에서 전력소비가 5mW임을 시뮬레이션과 같은결과를 얻었다.

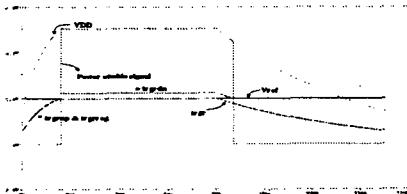


그림 10. 전력공급모듈의 시뮬레이션 결과

#### 3.2 Demodulation module

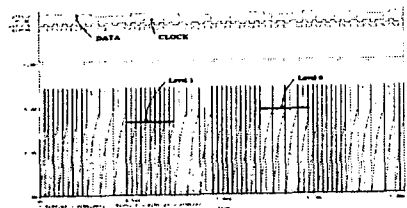


그림 11. FSK검지회로의 시뮬레이션 결과

그림 11에서 최대값은 Comparator에 입력된 Saw wave signal에 의해서 변화하기 때문에 데이터를 추출할 수 있게 된다.

그림 12에서 channel 1은 FSK 검지회로에 의해서 검출된 데이터이고 channel 2는 리더에 의해서 전송된 데이터이다. 지연시간이 존재하는 것을 볼 수 있다.

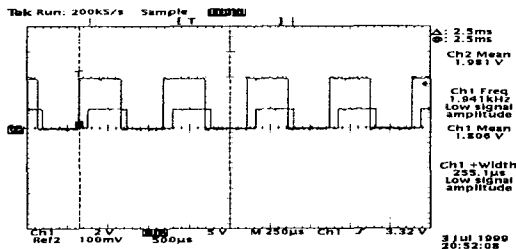


그림 12. 클럭지연후에 동기화된 데이터와 클럭

그림 13은 카드에 FRAM을 연결하여 구동시켰을 경우에 받은정보를 읽는 과정을 보여준다. 3.0V구동전압에 16K 비트의 메모리를 가지는 FM24C16의 FRAM이 사용되었다.

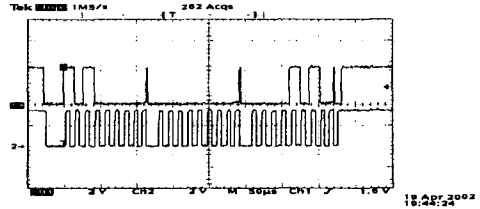


그림 13. FRAM에서의 판독과정

### 4.결 론

이 논문에서 에너지는 리더에 의한 RF field로부터 얻어지므로 카드는 저전력을 소비해야만 한다. 그러므로 모든 회로는 저전력 CMOS 소자를 사용해서 구성되었으며 카드에서의 전력소비는 20mW정도이다. 카드내의 모든 회로가 one chip으로서 집적화 된다면 우리는 불필요한 부분을 제거함으로써 저전력에 소형의 유용한 카드를 실현 시킬 수 있을 것이다.

#### [참 고 문 헌]

- [1] Transponder devices, Patents: US 4,724,427, Feb.9, 1998
- [2] Fredrick W. Grover, "Inductance Calculations," Dover publication, New York, 1946
- [3] Keith Henry, "Radio Engineering Handbook," McGraw-Hill, 1963
- [4] 김광호, 유병곤, 이희철, "Fram IC 카드기술", 대영사, pp.175-190, 2001.6
- [5] "MicroID 125KHz RFID System Design Guide", MicroChip Technology Inc, 1998.
- [6] 김현, 양경록, 오세호, 김양모, "지하철 무개찰 시스템에 관한 연구", 2001년도 대한전기학회 전기기기 및 에너지변환시스템학회 춘계학술대회 논문집, pp.423-425, 2001.4.
- [7] Baker, Li, Boyce, "CMOS circuit design, layout and simulation," IEEE PRESS, pp.313-326

본 연구는 미세정보시스템연구센터(MICROS)의 연구지원으로 수행되었음