

압전방식의 플렉시블 초박형 스피커가 내장된 LED 스마트카드 구현에 관한 연구

유형근*, 이정훈**, 이종성***, 장영민****, 차재상*****, 이강원*****©

A Study on Implementation of LED Smart Card built-in Flexible Ultra-thin Speaker of Piezoelectric

Hyeungkeun YU*, JungHoon Lee**, Jongsung Lee***, Yeongmin Jang****, Jaesang Cha*****, Kangwon Lee*****© *Regular Members*

요 약

최근 다양한 전자카드가 보급되고 있으며 신용 카드, 교통 카드, 여권, 운전면허증, 공중전화 카드 등에서 다양하게 사용되고 있다. 이처럼 다양한 전자카드의 보급량과 사용량이 증가함에 응용 기술에 대한 필요성이 제기되고 있다. 본 논문에서 제안하고자 하는 LED 스마트카드는 사용 시 카드 내부에 포함되어 있는 압전 방식의 플렉시블 초박형 스피커에서 카드별 멜로디를 통해 사용자에게 LED 스마트카드 사용에 대한 알림을 전달하는 구성이다. 이와 같이 LED 스마트카드에 압전 방식의 초박형 플렉시블 스피커를 추가 하는 시스템에 대한 설계와 회로구현을 통해 LED 스마트카드를 개발하고 유용성을 검증하였다.

Key Words : LED, Smart Card, Piezoelectric, Flexible, Ultra-thin Speaker

ABSTRACT

Recently, the spread of a variety of electronic card is using as credit cards, transportation cards, passports, driver's licenses, public phone card, and etc. LED smart cards need to raise application technique because variety of LED smart cards increasing supply and usage. in this paper, we propose a LED smart card contained inside the card that piezoelectric method flexible Ultra-thin speaker. and a melody flows when User using the LED smart card.. Therefore we are verified to useful through develop to electronic card that was designed system circuit and implemented circuit add in ultra-thin flexible Speaker based on piezoelectric.

I. 서 론

최근 전자카드를 이용한 금융 거래나 화폐 대체로 사용되어지는 빈도수가 대폭적으로 증가하고 있는 시대적 흐름에 따라, 전자카드 사용에 대한 보안의 중요성이 이슈가 되고 있다. 보안에 대한 중요 요소로는 개인의 정보보호, 실시간적인 사용에 대한 정보, 카드별 정보에 따라 서비스를 확인 할 수 있는 시스템에 대한 기능이 있으며, 이와 같은 기능이 2가지 이상 결합되어 제공 될 때에 강한 보안 서비스로 제공될

수 있다.[1]

전자카드가 다양한 용도로 사용됨에 따라 카드 소지자는 전보다 다양한 어플리케이션을 자신의 카드에 담아 사용하고자 한다. 하지만, 현재 카드 발급사에서 제공하는 서비스는 신용카드, 전자 화폐, 공인인증서등으로 몇 가지 단순한 기능을 갖춘 서비스에 국한되어 전자카드의 용량에 비해 다양한 서비스를 제공하지 못하는 상황이다.[2]

이처럼 보안성에 대한 중요성과 다양한 어플리케이션을 응용한 LED 스마트카드를 개발하고 유용성을 검증하고자

* 본 논문의 일부는 지식경제부 및 한국산업기술평가관리원의 산업원천기술개발사업의 일환으로 수행하였음. “10035264, LED-ID 기반 홈네트워킹 기술개발”

*서울과학기술대학교 IT정책대학원 박사과정, **서울과학기술대학교 IT정책대학원, ***부천대학교 전자과

****국민대학교 전자공학부, *****서울과학기술대학교 전자IT미디어공학과, *****서울과학기술대학교 산업정보시스템 공학과

©교신저자 : kwlee@naver.com

접수일자 : 2013년 4월 5일, 수정완료일자 : 2013년 6월 5일, 최종게재확정일자 : 2013년 6월 11일

한다. 본 논문에서는 LED 스마트카드의 추가적인 회로설계를 통하여 압전 스피커를 내장한 LED 스마트카드 시스템에 대한 설계에 대한 논문으로 2차적인 보안 시스템과 기술응용 사례에 대한 기술을 제시 하고자 한다. 본 논문의 구성은 다음과 같다. II장에서는 LED 스마트카드 시스템의 특성 및 구성에 대해 살펴보고, III장에서는 LED 스마트카드 회로 내부에 압전 방식 초소형 스피커를 내장하기 위한 시스템을 설계한다. IV장에서는 설계된 LED 스마트카드의 회로도를 기반으로 실용성과 구현가능성에 대한 기술을 서술하고 끝으로 V장에서 결론을 맺는다.

II. LED 스마트카드 시스템의 특징 및 구성

기존 사용되고 있는 전자카드는 카드내부에 IC칩을 내장하고 있으며, RF 신호를 이용한 전자기장 유도방식에 의한 고유 ID를 인식하여 데이터를 송수신 하는 방식으로 진행되고 있다. 현재 전자카드로 사용되어지고 있는 종류와 방식, ISO 규격을 정리하면 표1과 같다.

표 1. 전자카드 사용에 대한 규격표[3].

카드 종류		ISO	통신 거리	비고	
자기카드 (Magnetic)	자기띠카드 (Magnetic Stripe)	7810 7811	-	현 신용 카드	
	Thin Flexible Hi-Co 카드	15437	-	1750/2750 Oersted	
IC카드	접촉식 카드	Smart Card	7816	-	차세대 신용카드
		Memory Card	7816	-	공중전화카드
	비 접촉식 카드	밀착형 카드 (CICC)	10536	2mm	폐기
		근접식 카드 (PICC)	14443	약 10C m	교통카드, 전자여권
		원격식 카드 (VICC)	15693	약 70C m	출입통제, 물류
광카드 (Optical CARD)	Drexler	11694		-	
	Canon	11694		-	

이를 응용하여 전자카드의 ISO 표준 규격에 맞춘 방식인 ISO 14443-Type A/B PICC 방식의 기술과 접목한 방식의 LED 스마트카드를 구성하였다. 근접형 IC카드(PICC : proximity Intergrated Circuit Card)는 비접촉식 카드로 IC 칩이 내장되어 있는 전자카드 이다. PICC는 버스, 지하철, 교통요금 지불목적의 수단으로 대중적으로 사용되고 있는 대

표적인 비접촉 IC 카드로 단말기와 카드의 동작거리가 10cm 이내로 교통요금의 지불목적에 적합하며, 여러 장의 카드가 지갑에 겹쳐져 있어도 이를 인식하여 결제를 차단하거나 한 장의 카드만이 선택될 수 있도록 사용자에게 알림 메시지를 전달하여야 한다. 현재에는 카드 Reader기에서의 알림 메시지를 이용하여 중복되는 LED 스마트카드에 음성 메시지를 전달하는 기능을 하고 있다.

LED 스마트카드에 내장되는 압전방식의 플렉시블 초박형 스피커는 두께가 0.25mm에 불과할 정도로 얇은 형태이다. 플렉시블 초박형 스피커는 크기에 비례하여 음량이 선형적인 특성을 지닌다.

압전필름(PVDF), 필름형 스피커는 이미 오래전부터 연구가 진행되어 상용화가 되어 있으며 스피커 외에 필름을 이용한 비파괴(초음파)장비, 센서 등에 상당부분 사용되고 있으나, 압전 필름의 단점인 저음영역의 출력이 낮고, 임피던스의 차이가 크다는 이유 때문에 다양한 기기에 사용빈도수가 낮은 실정이다. 또한 필름의 제조가 까다로워 국내에서는 필름 형태의 플렉서블 스피커의 제작이 힘든 실정이다.[4]

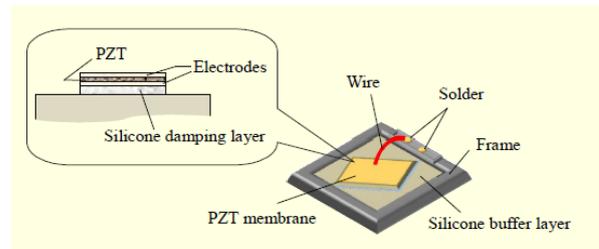


그림 1. 압전방식의 초박형 스피커 도식화[5].

압전 필름 및 압전체에 있어 다양한 응답특성과 동작 특성의 분석을 통해 압전 플렉서블 필름 혹은 압전체의 구조를 선정하였다. 또한 스피커의 소재로 압전방식의 플렉서블 필름(PVDF)을 선정하였으며, 진동 및 구동 특성을 분석하여 선정하였다. 따라서 플렉서블 스피커를 적용하기 위한 측정 및 분석은 유전상수와 유전손실율, 임피던스, 입력 주파수별 출력 값, 공진 주파수 등을 측정하여 설계하였다.

이를 기반으로 하여 LED 스마트카드에 적용하기 위해 주파수 공진기술과 진동 멜로디가 전달되는 스피커를 내장하기 위해 PICC 방식의 회로적인 부분에 대한 연구를 진행하였다.

III. LED 스마트카드 시스템의 설계

본 논문에서 제안하고자 하는 LED 스마트카드 시스템의 특성은 전자기장 유도 방식의 13.56Mhz의 RF-Reader와의 연동을 갖춘 기존 전자카드와 같은 구조를 가지며, 추가적으로 플렉시블 초박형 스피커의 기능을 포함하고 있다.

제안하고자 하는 LED 스마트카드 시스템의 구성도는 다음 그림 2와 같이 도식화 하였다.

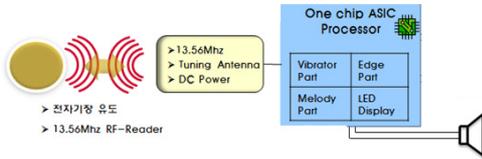


그림 2. LED 스마트카드 시스템의 구성도

이를 기반으로 하여 LED 스마트카드의 회로를 구성하였으며, 구성된 회로는 다음 그림 5와 같다.

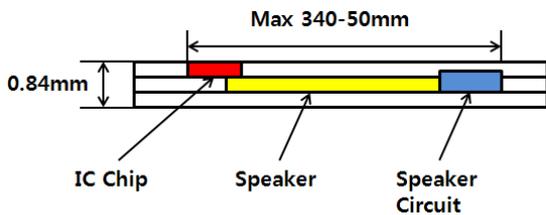


그림 3. ISO규격에 따른 LED 스마트카드 구성 형태와 초박형 스피커 모듈 적층 형태

그림 3에서는 기존 IC칩만이 내장되어 있는 구조의 전자카드에 압전방식의 초박형 Speaker를 추가구성한 LED 스마트카드의 형태이다. 표준화 규격인 ISO에서는 가로 53.98mm 세로 85.60mm, 두께 0.76mm로 규정되어 있다. 하지만 국내에서 사용되어지는 신용카드에서는 금융결제원에서 규격을 결정한다. 금융결제원에서 제시된 규격은 두께가 최대 0.84mm의 규격까지 허용되고 있다. 이러한 규격에 적합하게 압전방식의 플렉시블 초박형 스피커를 내장한 회로를 구성하였다.

IV. LED 스마트 카드 구현

본 논문에서 제안하고 있는 LED 스마트카드의 스피커는 회로 설계시 Wafer 두께 0.2mm를 구현하여 FPCB상에 필요한 Circuit Logic을 구현 한 뒤 Wire Bonding과 Epoxy Coating을 했을 때 FPCB 기판을 포함한 반도체, 및 주변회로 총 두께가 0.55mm를 넘지 않도록 구현해야 LED 스마트카드 내부에 탑재할 수 있는 구조를 지니고 있다. 차세대 카드 Wafer에서 추출한 One Chip ASIC 형태는 가로 세로 1.0mm이며 두께는 0.2mm 규격으로 개발 구현되었으며, 아래 그림 4는 Wafer를 위한 칩 공정의 예시 그림이다.

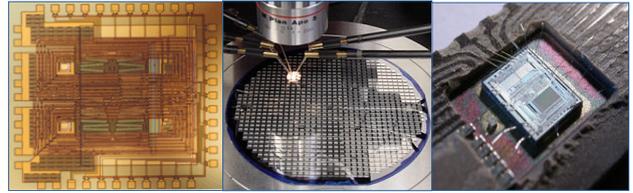


그림 4. Wafer를 위한 칩 공정의 예

LED 스마트카드의 구현을 위해 초 박막형 주문형 반도체를 적용하였고 LED 스마트카드 내부에 탑재 가능 하도록 0.2mm Wafer를 적용하였다. 또한 멜로디 기능을 가진 카드의 안정적인 동작을 위해 단말기에서 공급되는 전자기장 신호를 전원으로 변환하여, 최소전원 1.2V에서부터 3.5V범위의 저 전력 전원이 공급되어도 안정되게 동작할 수 있는 것이 기술적 특징이다.

추가적으로 멜로디기능을 구현하는 초박막 반도체를 보호하기 위해 과도한 전원공급, 일정시간이상 단말기에 근접시켜 무리한 동작 시 자동으로 차단하는 기능을 가지고 있다.

주문형 반도체에 탑재되는 응용 소프트웨어는 고객의 요구에 빠르게 대응 할 수 있도록 설계, 개발, 구성을 패키지별로 모듈화 시킴으로 개발 시간을 단축시키는 장점을 가지고 있다.

이와 같은 기술을 적용하여 회로를 설계하였으며, 설계된 회로는 그림 5와 같다.

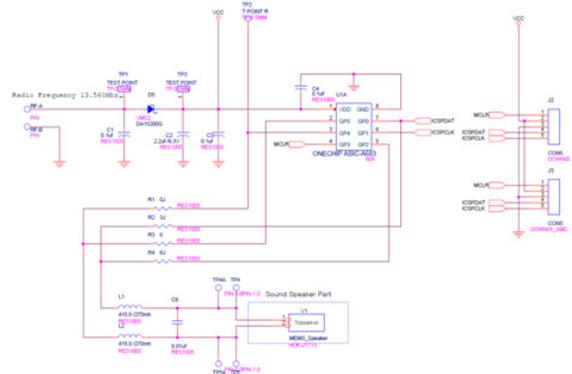


그림 5. 구현된 LED 스마트카드의 회로도

초박형 스피커가 내장된 LED 스마트카드의 신용카드에 탑재시 내부 배터리를 사용하지 않고 단말기에서 발생하는 전자기장 유도신호를 이용하여 전원으로 사용하도록 되어있고, 신용카드 생산시점부터 폐기시점 까지 반영구적으로 사용할 수 있어 배터리에서 발생하는 환경오염문제도 야기 시키지 않도록 되어있다.

또한, 신용카드에 탑재된 COB(Chip On Board) 와 별도로 구성된 회로를 독립적으로 구성하고 동작하도록 함으로써, 금융거래시 영향을 받지 않도록 설계되었으며, 악의적인 불법해킹을 목적으로 구동해도 영향을 받지 않도록 구성되어 있다.

그림 5의 회로를 기반으로 하여 구현된 LED 스마트카드
는 다음 그림 6과 같다.



그림 6. 구현된 LED 스마트 카드

그림 6은 최종 생산 공정을 통해 구현된 LED 스마트카드
이며, RFID 안테나를 카드 주위에 배치시키고 스피커를 카
드 중앙에 배치하였다.

카드 제조시 단자간의 접촉 불량에 발생하여 Cream Solder
를 적용하여 접촉 불량 문제를 해결하는 방안에 대한 기술을
적용하였고, LED 스마트카드 제품 제조공정에서 휘어지는 발
생 문제, LED 스마트카드 내부에 탑재되는 스피커의 안정성
및 신뢰성, 음량의 충실도를 확보하기 위한 연구를 진행 중에
있다.

V. 결 론

본 논문에서는 기존 전자카드의 기능과 기술의 한계를 뛰어
넘어서 카드에 고객 주문형 멜로디 기능을 담아내는 연구
를 진행하였다. 이 과정에서 기존 사용되고 있는 전자카드의
기술과 압전방식의 플렉서블 스피커 기술이 적용되었으며
최적화된 제어를 위한 회로를 설계하였다.

IT기술의 융합을 통해 실제 제품을 양산하는 과정까지를
진행하였으며, 향후 멀티모달 기능을 포함한 제품설계 및 구
현까지 예상되고 있다. 본 논문에서 직접 거론되지는 않았지
만 제품 개발의 프로세스 관점에서 많은 부분들이 시행착오
를 겪었으며 개발프로세스에 관련된 최적화 방법 또한 향후
연구과제로 삼고자 한다.

참 고 문 헌

[1] 이원진,부기동,우종정, “스마트카드와 지문을 이용한 강화된
ID 기반 인증 방식”, 한국정보기술학회 논문지.2009.2 198-204.
[2] 서명희, 옥창석, “스마트카드 관리 시스템 및 웹서버 기능의 스
마트 카드 기술”, 한국정보과학회 학술발표 논문집 Vol35,
No2, 2008.10.
[3] 이정주, 손정철, 유신철, “스마트카드형 교통 카드의 기술 및

미래 동향”, 한국철도학회, 한국철도학회 학술발표대회 논문
집, 2008.06. 530-539.

[4] 양우석, 김혜진, 이재우, 김종대, “초소형 음향소자의 기술 및
산업 동향”, 전자통신동향분석 제25권 제5호 2010년 10월.
[5] Hye Jin Kim, Kunmo Koo, Sung Q Lee, Kang-Ho Park, and
Jongdae Kim, “High Performance Piezoelectric
Microspeakers and Thin Speaker Array System“, 2009 ETRI
Journal, Volume 31, Number 6, December 2009.

저자

유 형 근(Hyeungkeun YU)

정회원



- 2007년 : 애니스마트(주) 설립 운영 중
- 2008년 : 서울과학기술대학교 대학원 석사졸업
- 2011년 : 서울과학기술대학교 대학원 박사과정 수료

<관심분야> : H/W MEMS를 통한 S/W시스템 효율, 신뢰성
LED응용제품 및 통신, Smart Card NFC/RFID

이 정 훈 (JungHoon Lee)

정회원



- 1999년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 학사
- 2001년 2월 : 성균관대학교 전기전자 및 컴퓨터공학과 석사
- 2012년 2월 : 서울과학기술대학교 IT 정책대학원 박사

<관심분야> : 디지털통신, 무선통신, LED통신

이 종 성(Jongsung Lee)

정회원



- 1990년 : 성균관대학교 전기공학과 공학사
- 1996년 : 성균관대학교 전기공학과 공학석사
- 2008년 : 성균관대학교 전자공학과 공학박사

· 현재 : 부천대학교 전자과 부교수

<관심분야> : 무선통신, 로봇제어

장 영 민 (Yeongmin Jang)

정회원



- 1995년~1999년 : Univ. of Massachusetts, Computer Science (공학박사)
- 1987년~2000년 : 한국전자통신연구원 이동통신연구소 선임연구원
- 2000년~2002년 : 덕성여자대학교 컴퓨터과학부 교수

- 2002년~현재 : 국민대학교 전자공학부 교수
 - 2005년~현재 : 국민대학교 유비쿼터스 IT 융합연구센터 소장
 - 2010년~현재 : 국민대학교 LED 융합 연구 센터 소장
- <관심분야> : LED-ID, 차세대 IT 융합통신망, 4G/5G 이동통신, 이중망간 연동 WPAN, 홈네트워킹 등

차 재 상(Jaesang Cha)

정회원



- 2000년 : 일본 東北(Tohoku)대학교 전자공학과 공학박사
- 2000년~2002년 : 한국전자통신연구원 (ETRI) 무선방송 기술연구소 선임연구원
- 2002년~2005년 : 서경대학교 정보통신 공학과 전임강사

- 2008년 : 미국 Florida University, Visiting Professor
 - 2005년~현재 : 서울과학기술대학교 전자 IT미디어 공학과 부교수
- <관심분야> : LED통신, 조명IT융합신기술, LBS, ITS, UWB, 무선홈네트워크,무선통신 및 디지털 방송 등

이 강 원(Kangwon Lee)

정회원



- 1983년~1985년 : 미국 캔사스 주립대학교 연구 조교
- 1985년~1989년 : 한국 전자통신연구소 선임연구원
- 1989년 현재 : 서울과학기술대학교 산업정보 시스템공학과 교수

- 1995년 : 미국 Georgia Institute of Technology 연구교수
 - 2002년 : 미국 University of California, Riverside 연구교수
- <관심분야> : 정보통신, 품질 및 신뢰성과 O.R