

논문 2015-52-3-13

NFC 브릿지 칩 설계 및 구현

(A Design and Implementation of NFC Bridge Chip)

이 평 한*, 류 창 호*, 천 성 훈*, 김 성 완*

(Pyeong-Han Lee[©], Chang-Ho Ryu, Sung-Hun Chun, and Sung-Wan Kim)

요 약

최근 NFC(Near Field Communication)기능을 내장한 스마트폰의 급속한 보급과 더불어 다양한 응용분야와 서비스들이 생겨나고 있다. 기존 비접촉식 스마트카드의 주요 기능이었던 전자식 잠금장치(DDL; Digital Door Lock)와 전자결제를 휴대폰으로 대체할 수 있을 뿐 아니라, Bluetooth 나 Wifi 등의 통신기술에서 초기 setup 과정의 번거로움을 덜어주는 페어링(Pairing) 기능, 가전제품들을 휴대폰으로 모니터링하고 컨트롤하는 기능, 최근 수요가 급격히 증가하고 있는 다양한 센서들의 데이터를 휴대폰으로 수집하여 통신망으로 연결시켜 주는 기능 등 수요가 급격히 증가하고 있다. 이 다양한 센서들과 NFC가 접목됨으로써 한동안 국가적으로 추진해 왔던 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 한층 활성화 할 것으로 기대된다. 또한 이는 최근에 큰 화두가 되고 있는 사물인터넷(IoT; Internet of Things) 기술의 핵심이라고 할 수 있는데, IoT 의 최종단에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 이러한 기능들을 수행하기 위해서는 NFC 브릿지라고 하는 즉, 각종 디바이스와 휴대폰의 NFC 컨트롤러 칩을 연결시켜 주는 기능을 하는 칩이 필요하게 된다. 기존의 Passive 태그 칩 기능에 다양한 디바이스들과의 인터페이스 기능을 추가함으로써 간단하면서도 저렴한 NFC 브릿지 기능을 수행할 수 있도록 하는 칩이다. 본 연구에서는 NFC Forum에서 만든 NFC 표준을 기반으로 하여 NFC 브릿지 칩을 설계하고 구현하였다. 이 칩은 크게 디지털 파트와 아날로그 파트로 구성되어 있어서, RF 신호 처리와 이를 디지털 신호로 변환하여 디바이스와 인터페이스가 가능하도록 하였다. 특히 RF 감지를 통하여 디바이스의 호스트 프로세서를 깨우는 기능을 추가함으로써 디바이스의 전력손실을 최소화 할 수 있다. 이 기능은 무전원 혹은 저전력 디바이스에 주로 사용되기 때문에 아주 중요한 기능이라고 할 수 있다. 캐리어 주파수는 13.56MHz를 사용하고 있고, 데이터 전송속도는 212kbps 및 424kbps를 지원하고 있으며, SMIC 180nm mixed-mode 공정을 사용하여 제작되었다. 제작된 칩의 기능과 성능을 검증하기 위하여 혈당측정기에 적용을 하여 NFC 혈당측정기 시스템을 구현하였는데, 이 구현된 시스템도 본 논문에 기술하였다.

Abstract

This paper describes a design and implementation of the NFC bridge chip which performs interface between kinds of devices and mobile phones including NFC controller through NFC communication. The NFC bridge chip consists of the digital part and the analog part which are based on NFC Forum standard. Therefore the chip treats RF signals and then transforms the signal to digital data, so it can interface kinds of devices with the digital data. Especially the chip is able to detect RF signals and then wake up the host processor of a device. The wakeup function dramatically decreases the power consumption of the device. The carrier frequency is 13.56MHz, and the data rate is up to 424kbps. The chip has been fabricated with SMIC 180nm mixed-mode technology. Additionally an NFC bridge chip application to the blood glucose measurement system is described for an application example.

Keywords : NFC(Near Field Communication), 전자식 잠금장치(DDL), 전자결제, 페어링(Paring), 사물인터넷(IoT)

* 정회원, 쓰리에이로직스(주)
(3ALogics Inc.)

© Corresponding Author(E-mail: phlee@3alogics.com)

※ 본 연구는 미래창조과학부의 IT융합기술개발사업으로 지원을 받아서 진행됨.

Received ; January 9, 2015 Revised ; February 4, 2015
Accepted ; March 5, 2015

I. 서 론

1990년 이전부터 사용되어 오던 비접촉식 스마트 카드 기술^[1]을 바탕으로 이 기술을 휴대폰에 장착하기 위

하여 2000년경부터 NFC Forum^[2]이 결성되고 표준화 작업이 진행되어 왔다. 이 표준화는 ISO/IEC 국제규격으로 발전해 왔는데, ISO/IEC 18092^[3], ISO/IEC 21481^[4] 등 몇 개의 표준을 탄생시켰다. 이 표준을 바탕으로 한 기술이 본격적으로 휴대폰에 적용되기 시작한 것은 스마트폰이 나온 이후 이후였는데 약 3~4년 전부터 시작되었다. 이렇게 휴대폰에 탑재되면서 다양한 응용분야와 서비스들이 생겨나고 있다^[5]. 기존 비접촉식 스마트카드의 주요 기능이었던 전자식 잠금장치와 전자결제를 휴대폰으로 대체할 수 있을 뿐 아니라, Bluetooth 나 Wifi 등의 통신기술에서 초기 setup 과정의 번거로움을 덜어주는 Pairing 기능, 가전제품들을 휴대폰으로 모니터링하고 컨트롤하는 기능, 최근 수요가 급격히 증가하고 있는 다양한 센서들의 데이터를 휴대폰으로 수집하여 통신망으로 연결시켜 주는 기능 등 수요가 급격히 증가하고 있다. 이 다양한 센서들과 NFC가 접목됨으로써 한동안 국가적으로 추진해 왔던 USN(Ubiquitous Sensor Network)을 한층 활성화 할 것으로 기대된다. 또한 이는 최근에 큰 화두가 되고 있는 사물인터넷(IoT; Internet of Things) 기술의 핵심이라고 할 수 있는데, IoT의 최후단에서 중요한 역할을 담당하고 있다. 국내에서도 기존에 NFC 트랜시버칩 개발^[6]은 이루어졌으나 상기한 기능들을 수행하기 위해서는 NFC 브릿지라고 하는 즉, 각종 디바이스와 휴대폰의 NFC 컨트롤러 칩을 연결시켜 주는 기능을 하는 칩이 필요하게 된다. 기존의 Passive 태그 칩 기능에 다양한 디바이스들과의 인터페이스 기능을 추가함으로써 간단하면서도 저렴한 NFC 브릿지 기능을 수행할 수 있도록 하는 칩이다.

본 연구에서 개발된 NFC 브릿지 칩은 크게 디지털 파트와 아날로그 파트로 구성이 되어 있어서, RF 신호 처리와 이를 디지털 신호로 변환하여 디바이스와 인터페이스가 가능하도록 하였다. 특히 RF 감지를 통하여 디바이스의 호스트 프로세서를 깨우는 기능을 추가함으로써 디바이스의 전력손실을 최소화 할 수 있다. 이 기능은 무전원 혹은 저전력 디바이스에 주로 사용되기 때문에 아주 중요한 기능이라고 할 수 있다. 캐리어 주파수는 13.56MHz를 사용하고 있고, 데이터 전송속도는 212kbps, 424kbps를 지원하고 있으며, SMIC 180nm mixed-mode 공정을 사용하여 제작되어졌다.

추가적으로 제작된 칩의 기능과 성능을 검증하기 위

하여 혈당기에 적용을 하여 혈당기 시스템을 구현하였는데, 이 구현된 시스템도 본 논문에 기술하였다.

II. 본 론

1. NFC 브릿지 칩(N-Bridge) 구현

가. N-Bridge의 구성 및 주요 특성

N-Bridge 는 크게 아날로그 파트와 디지털 파트로 구성되어 있어서 RF 신호로부터 디바이스와의 인터페이스를 위한 디지털 신호까지 모두 처리할 수 있다.

아날로그 파트는 안테나 RF 신호를 수신하여 DC 신호로 변환하는 RF 정류기 블록, RF 송수신 신호를 변복조 하기 위한 변조기/복조기 블록, RF POR(Power On Reset) 생성기 블록, 디지털 로직의 시스템 클록을 생성하는 클록 추출기 블록, 그리고 전원 관리 블록 등으로 구성된다.

디지털 파트는 NFC Forum Type3 태그(T3T) 또는 NFC-DEP(NFC Forum Data Exchange Protocol)모드를 지원하는 로직 블록, 태그 메모리(T3T 모드)/FIFO(NFC-DEP)를 위한 256-Byte SRAM, 그리고

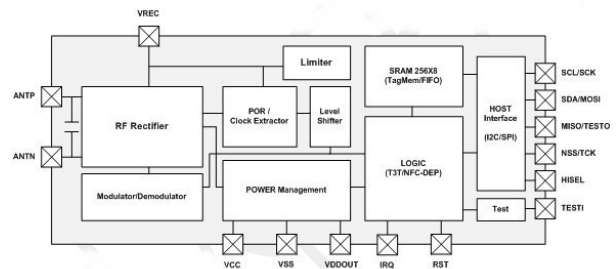


그림 1 N-Bridge 블록 다이어그램

Fig 1. The block diagram of N-Bridge.

표 1. N-Bridge의 주요 특성

Table 1. Features of N-Bridge.

주파수	13.56 MHz	모듈 레이션	ASK/Load modulation
프로토콜	ISO/IEC 18092 (JIS 6319-4)	SRAM	FIFO (256 bytes)
전원 전압	1.6~3.6V	EEPROM	8 Kbit
호스트 인터페이스	I2C / SPI	데이터 전송속도	212 / 424 kbps
NFC 모드	NFCIP-1 target Type 3 tag emulation	외부 RF 신호에 의한 호스트 Wake-up 인터럽터	

호스트 인터페이스를 위한 I2C/SPI Block 등으로 구성된다.

브릿지 칩의 블록다이어그램을 그림 1에서 보여준다. 개발된 N-Bridge는 13.56MHz RFID를 근간으로 하는 ISO/IEC18092 표준을 지원하는 칩으로 표 1과 같은 제원을 만족하도록 설계 되어졌다.

나. 정류회로(RF Rectifier) 설계

정류기는 AC신호를 DC로 정류시켜주는 회로로써, 아날로그 블록, 디지털 블록, 메모리 블록 등에 동작 전원을 공급해주는 가장 중요한 역할을 한다. 일반적으로 정류기는 다이오드와 캐패시터로 구성되며, 정류기에는 voltage multiplier, bridge rectifier 등이 있다. AFE(Analog Front End)는 높은 전력 소모를 하는 부하에 적합한 nmos bridge rectifier 구조로 설계하였다.

다. RF 신호 감지를 통한 호스트 Wakeup

N-Bridge는 주로 무전원 혹은 저전력의 디바이스에 응용되기 때문에 저전력 디바이스의 경우 Wakeup 기능이 아주 중요한 역할을 한다. 이 Wakeup 기능은 평소에는 호스트 시스템을 Stop/Idle or Sleep mode 상태로 유지하다가 RF감지기능을 이용하여 RF 신호가 감지되면 호스트 시스템을 Wakeup 시키는 것이다.

그림 2와 같이 NFC 브릿지 칩의 VREC PIN은 정류기 블록의 출력 핀으로서 외부 RF를 입력으로 정류된 전압(2.0~3.6V)을 출력한다. 호스트 MCU를 Stop/Idle 또는 Sleep 모드로부터 VREC 핀을 이용하여 Wakeup 시킬 수 있다.

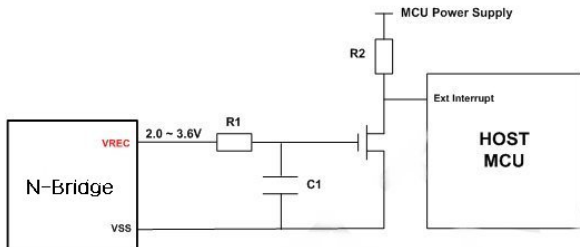


그림 2. N-Bridge 의 Wakeup 기능 블록도
Fig 2. The block diagram of the wakeup function in N-Bridge.

라. 시제품 제작

N-Bridge 칩의 디지털 블록은 Auto P&R 로써 레이

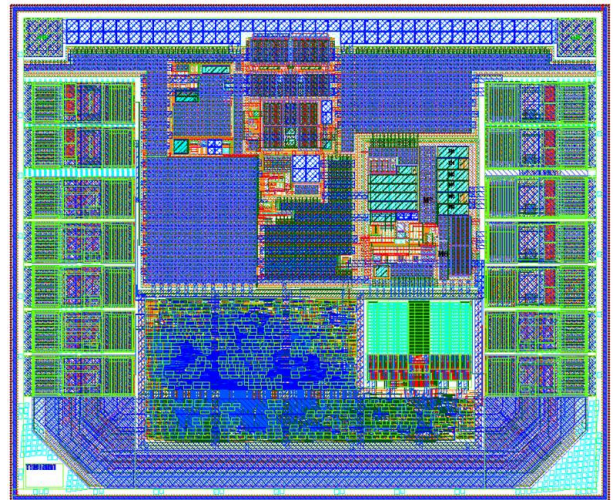


그림 3. N-Bridge 의 전체 레이아웃
Fig 3. The top layout of N-Bridge.

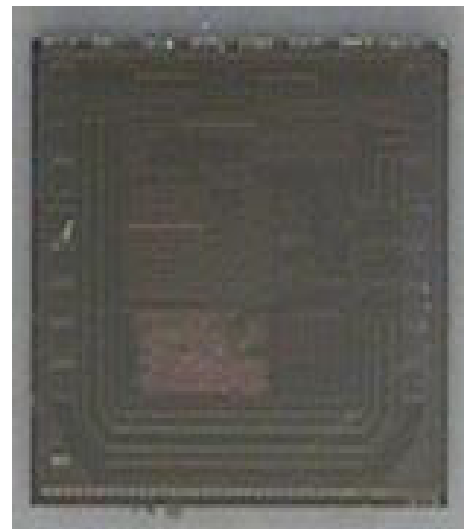


그림 4. N-Bridge 의 칩 사진
Fig 4. The die photo of N-Bridge.

아웃이 생성됐으며, 아날로그 블록은 Full-custom 레이아웃으로 진행되어졌고, 메모리 블록이 IP 로 탑재되어졌다. 완성된 레이아웃을 그림 3에서 보여준다.

설계가 완료된 N-Bridge는 SMIC 180nm mixed-mode 공정을 사용하여 제작되어졌다. 제작이 완료된 Die photo를 그림 4에서 보여준다.

2. N-Bridge와 시스템과의 인터페이스

본 연구를 통해서 개발된 N-Bridge는 다양한 디바이스와 인터페이스를 할 수 있고, 이 인터페이스를 통해서 디바이스의 데이터를 휴대폰으로 전송하거나, 휴대

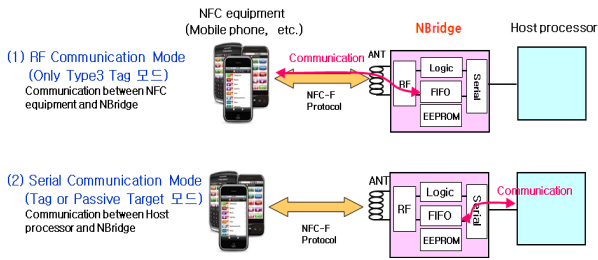


그림 5. NFC 단말기와 Device 간을 인터페이스 하는 N-Bridge
Fig 5. N-Bridge Interfacing between NFC equipments and devices.

폰으로부터의 데이터 혹은 컨트롤 신호를 디바이스로 넘겨주는 브릿지 역할을 수행한다. 그림 5에서 디바이스의 호스트 프로세서와 시리얼통신을 하면서 얻은 정보를 모바일폰과 같은 NFC 기능을 갖는 단말기와 NFC 통신을 하는 과정을 보여준다. 그림 5-(1)에서는 NFC 단말기와 N-Bridge 간에 NFC 로 통신하는 과정을 보여주고 있는데, 이 때는 NFC Forum Type3 태그 모드로 통신을 하게 된다. 그림 5-(2)에서는 N-Bridge와 디바이스의 호스트 프로세서 간의 시리얼통신 과정을 보여 주고 있다.

3. 혈당측정기에 N-Bridge 응용

스마트폰의 등장과 확산으로 인해 헬스케어 분야에도 NFC 응용분야가 확대되고 있다. 국내외에서 이와 관련 제품들이 출시되고 있는데, 개인용 혈당측정기도 블루투스나 와이파이 등 근거리 무선통신 모듈을 탑재하여 스마트폰 App을 통해 개인의 측정 이력을 관리할 수 있는 융합 제품들의 개발이 진행되고 있을 뿐 아니라 NFC 기능을 탑재하는 제품이 출시되고 있다. NFC 통신 기능을 탑재한 혈당기는 간단한 터치만으로 측정 결과를 손쉽게 스마트폰으로 전송할 수 있어 기존 블루

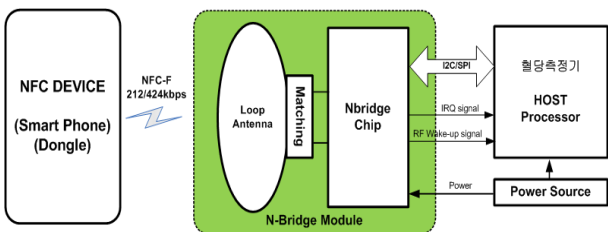


그림 6. NFC 단말기와 혈당측정기 간을 인터페이스 하는 N-Bridge
Fig 6. N-Bridge Interfacing between NFC equipments and blood glucose measurement system.

투스나 와이파이 통신의 불편함을 해결할 수 있는 장점을 가지고 있다. 그림 6에서 혈당측정기에 N-Bridge를 적용한 블록도를 보여준다.

III. 실험 및 성능평가

N-Bridge에서 가장 핵심적인 기술은 휴대폰과 같은 NFC 단말기로부터 자기유도결합을 통하여 들어온 RF 신호를 얼마나 잘 복조하고, 디지털 신호로 잘 변환하는가라고 할 수 있다. 그래서 복조 과정의 시뮬레이션 결과와 N-Bridge 의 테스트 결과를 기술한다. 또한 N-Bridge 응용모듈을 이용하여 타 경쟁제품들과 성능 비교를 표 2에서 보여주고 있다.

N-Bridge 칩의 가장 중요한 성능은 인식거리라고 할 수 있는데, 그 인식거리의 비교를 위하여 국내 휴대폰 제조사들인 삼성전자, LG전자, 팬택의 휴대폰 중 대표적인 모델들을 이용하였다. 이들은 표 2의 가로축에 있는 항들에 나타나고 있으며, 세로축에는 N-Bridge 칩과 비교 대상이 되는 경쟁사의 Evaluation 보드 들과 완제품(Cuckoo 전기밥솥, Gluco Navi 혈당계)들을 나타내었다. N-Bridge 칩의 성능은 마지막 줄에 나타나고 있는데, 거의 전 휴대폰 모델에 대하여 인식거리가 상위에

표 2. N-Bridge 의 인식거리 비교
Table 2. Comparison of reading distance.

	옵티머스 LTE2	갤럭시 S3	베가레이서	G2	갤럭시 S4	뉴3	갤노트3	G pro
A EV Board	45mm	40mm	30mm	40mm	40mm	37mm	x	40mm
S EV Board Discovery	45mm	43mm	42mm	50mm	30mm	45mm	58mm	47mm
S EV Board Antenna1	20mm	23mm	30mm	10mm	18mm	12mm	8mm	18mm
S M2 SR Discovery	35mm	33mm	30mm	35mm	36mm	38mm	38mm	32mm
CUCKOO	20mm	25mm	17mm	28mm	12mm	20mm	28mm	18mm
Gluco Navi	15mm	15mm	8mm	17mm	10mm	10mm	23mm	10mm
SRS-BTV5	5mm	10mm	1mm	13mm	10mm	3mm	18mm	3mm
N-Bridge	51.5mm	41.25mm	38mm	55.75mm	68mm	53.25mm	57mm	36.25mm

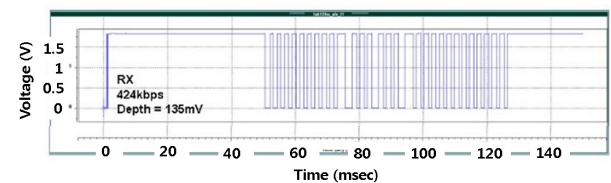


그림 7. N-Bridge 의 복조에 대한 Hspice 시뮬레이션 결과
Fig 7. The Hspice simulation result for demodulation of N-Bridge.

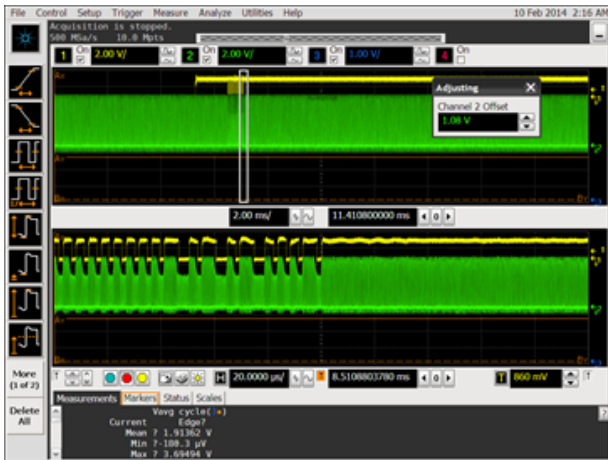


그림 8. N-Bridge 의 복조에 대한 필드 테스트 결과
 Fig 8 The field test result for demodulation of N-Bridge

있어서 타 제품들에 비해 성능이 뛰어남을 볼 수 있다. 그림 7에서는 13.56MHz 캐리어 신호로부터 424kbps 복조신호를 추출한 결과를 Hspice 시뮬레이션으로 보여주고 있다. 가로축은 시간축으로서 단위를 msec 으로 나타내고 있으며, 세로축은 복조된 신호의 크기를 Volt 단위로 나타내고 있다.

그림 8에서는 제작된 N-Bridge 칩으로 테스트 모듈을 제작한 후 휴대폰으로부터 NFC 신호를 복조한 결과를 보여주고 있다. 그림 7에서 보여준 H-spice 시뮬레이션 결과와 잘 일치하고 있음을 알 수 있다.

IV. 결 론

휴대폰에 NFC 가 탑재된 이후로 그 응용분야는 여러 산업으로 확장일로에 놓여있다. 전 세계적으로도 이 분야의 기술을 선점하기 위하여 치열한 경쟁을 벌이고 있으며 국내에서도 늦게나마 이 분야에 기술개발과 동시에 응용을 위해 필요한 여러 가지 규정들을 만들어가고 있다.

본 연구에서는 NFC 기술의 응용에 필수적인 N-Bridge를 설계하였고, SMIC 180nm mixed-mode 공정으로 제작을 하였다. 또한 N-Bridge의 기능과 성능을 검토하기 위하여 무전원 혈당측정기에 적용하여 검증함으로써 기능면이나 성능면에서 타 글로벌 선진기업들의 제품에 비해 결코 뒤지지 않으며 일부분에서는 앞서고 있는 것을 확인하였다.

이 N-Bridge는 IoT 시대에서 핵심적인 역할을 하는

것으로서 향후 그 요구도는 점점 커져갈 것으로 예상된다.

REFERENCES

- [1] ISO/IEC, International standard 14443, "Identification cards - Contactless IC cards - Proximity cards."
- [2] www.nfc-forum.org NFC Forum
- [3] ISO/IEC, International standard 18092, "NFCIP-1(Near Field Communication Interface Protocol - 1)."
- [4] ISO/IEC, International standard 21481, "NFCIP-2(Near Field Communication Interface Protocol - 2)."
- [5] Seung-chang Park, Seung-won Yoon, Dong-in Shin, Dong-sup Oh, "A Design of Active Business Intelligence Service based on Smart Devices and RFID/USN," in Proceedings of IEIE summer symposium, Vol.35, No.1, pp.751-754, 2012.
- [6] Junghyun Cho and Shiho Kim, "Design of single-chip NFC transceiver," IEIE Journal, SD part, Vol.44, No.1, pp.68-75. 2007. 1.

저 자 소 개



이 평 한(정회원)
1985년 부산대학교 전자공학과
학사졸업
1987년 한국과학기술원 전기및
전자공학과 석사졸업
1993년 한국과학기술원 전기및
전자공학과 박사졸업

1993년~1997년 LG전자기술원 책임연구원
1997년~2004년 아라리온(주) 연구소장
2004년~현재 쓰리에이로직스(주) 대표이사
<주관심분야 : RFID, NFC, SoC>



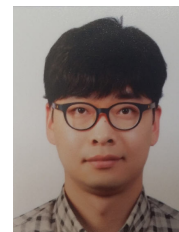
류 창 호(정회원)
1995년 경북대학교 전자공학과
학사졸업
1997년 한국과학기술원 전기및
전자공학과 석사졸업
1997년~2000년 LG반도체
/현대전자

2000년~2002년 스텔시스텔레콤 책임
2002년~2007년 세미닉스 연구실장
2007년~현재 쓰리에이로직스(주) 상무이사
<주관심분야 : RFID, NFC, SoC>



천 성 훈(정회원)
1990년 건국대학교 전자공학과
학사졸업
1992년 한국과학기술원 전기및
전자공학과 석사졸업
1992년~1996년 삼성전자 선임
1996년~1997년 한국케이던스
과장

1997년~2004년 버사칩스 수석연구원
2004년~현재 쓰리에이로직스(주) 연구소장
<주관심분야 : RFID, NFC, SoC>



김 성 완(정회원)
1999년 전북대학교 금속공학과
학사졸업
2004년 광운대학교 전자공학과
석사졸업
2002년~2004년 아라리온(주)
선임

2004년~현재 쓰리에이로직스 이사
<주관심분야 : RFID, NFC, SoC>