

NFC 통신거리 확장을 위한 페라이트 시트의 설계

박양재
가천대학교 컴퓨터공학과

The Design of a Ferrite Sheet for NFC Communication Distance Extension

Yang-Jae Park

Dept. of Computer Engineering, Gachon University

요약 본 논문은 스마트폰의 후면에 페라이트 시트를 종류별, 패턴별, 두께별로 부착하여 NFC의 인식거리를 시뮬레이션을 통하여 최적의 페라이트 시트를 설계하였다. 패턴별 특징은 I-type보다는 Full-type의 통신거리가 1~2mm 정도 더 확장되었다. 적용한 페라이트 시트는 금속에 의한 NFC 안테나의 특성을 개선하는 효과를 확인하였으며, 패턴 C의 경우 투자율이 140, 두께가 0.1mm, Full-type 인 페라이트 시트를 적용하였을 때 NFC 통신거리가 일반 전자파 흡수체의 경우 45mm에서 59mm로 증대되었음을 확인하였다.

주제어 : NFC, RFID, 페라이트 시트, 전자파 흡수체, 통신거리

Abstract In this paper, a ferrite sheet at the back of the smartphone by type, pattern, stars, the thickness of the recognition distance by attaching the NFC optimum ferrite sheet simulation was designed. Characterized by patterns rather than the Full-type I-type communication distance of about 1 ~ 2mm more extended. Ferrite sheet metal by applying the NFC antenna is effective in improving the characteristics were confirmed. In the case of the pattern C, the permeability is 140, a thickness of 0.1mm, Full-type ferrite sheet when applied to NFC communication distance than normal electromagnetic absorber is increased from 45 to 59 was confirmed that.

Key Words : NFC, RFID, Ferrite Sheet, Absorber sheet, Communication distance

1. 서론

NFC는 최근 들어 스마트폰, 스마트패드 등 모바일 기기보급이 급격히 확산됨에 따라 기술적 관심이 높아지고 있으며, 특히 통신망을 이용하지 않아도 기기 간 상호 데이터 전송이 가능하다는 점 때문에 RFID 2.0 기술로 통신업체 및 금융업종에서 활용도가 높아지고 있다[1].

NFC는 ISO/IEC 14443 근접 카드 표준(비접촉카드 또는 RFID)표준을 확장한 것으로 스마트 카드와 리더기를 하나로 합쳐 놓은 무선인식기술 중 하나이다. 특히 ISO/IEEE 14443 표준을 확장하여 NFC 디바이스는 물론 기존의 ISO/IEEE 14443 리더기나 스마트 카드와도 통신이 가능한 것이 장점이다[2]. 하지만 이들 기술을 구현할 인프라 및 근거리 통신을 제공할 수 있는 단말기가 부족

Received 1 June 2014, Revised 30 July 2014
Accepted 20 August 2014
Corresponding Author: Yang-Jae Park(Gachon University)
Email: pakryj@gachon.ac.kr

© The Society of Digital Policy & Management. All rights reserved. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution Non-Commercial License (<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/3.0>), which permits unrestricted non-commercial use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.

ISSN: 1738-1916

하여 일반 사용자들의 활용도가 낮은 편이었다. 하지만 최근 들어 모바일 기기 등 관련 단말기 확대 및 기술의 발달, 다양한 수요처 등의 요인으로 NFC 기술이 주목 받고 있다.

NFC의 주요 동작 방식 중 하나는 기존 RFID 카드와 동일한 카드 에뮬레이션 기능을 갖추고 있다는 점이다. 이러한 기능은 문 열쇠로 사용한다든지, 교통카드 등의 용도로 사용할 수 있다. 또한 리더 방식을 지원하여 디바이스가 카드 리더기로 동작된다. 이 기능을 통해 데이터 읽기가 가능하며, 결제 단말기 기능을 수행 할 수 있어 모바일 결제가 가능하다. 또 다른 NFC 동작 방식으로는 P2P(Peer to Peer)모드가 있다. 이 기능은 두 대의 NFC 디바이스 간 통신이 가능할 뿐 아니라 데이터 교환 기능 까지도 지원한 다는 장점이 있다[3].

스마트폰 내부에는 Cellular, WLAN, DMB, ,GPS, RFID, Bluetooth, UWB, FM 등 다양한 주파수대를 이용하는 안테나가 집적되어 있다. 다른 주파수대를 사용하는 통신들의 정확한 통신을 위해서 다양한 종류의 안테나가 존재한다. NFC용 안테나는 원역장(far field)에서는 방사선 통신(radio communication)을 하고 근역장(near field)에서는 인덕터 결합 시스템(inductor coupling system)으로 역할을 한다[4].

NFC의 동작 주파수는 13.56MHz이다. 이 주파수에 상응하는 파장은 22m로 이에 상응하는 반파장 다이폴 안테나를 얻기 위해서는 11m길이의 디바이스가 필요하다. 그렇지만, NFC 안테나는 다이폴 안테나가 아닌 단순한 와이어루프에 이루어져 있다. 이러한 와이어 루프는 인덕터로 서로 커플링 될 수 있다. 한 인덕터로부터 또 다른 인덕터 주변을 통과하면, 두 번째 인덕터 안에 유도전류가 생성된다. 이러한 비접촉식 에너지 전달을 이용하는 것이 NFC의 원리이다[5].

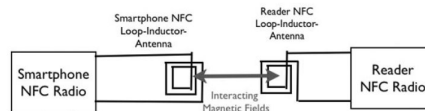
본 논문에서는 NFC의 인식거리 확장을 위하여 페라이트 시트의 형태와 두께, 재질에 따른 실험을 통하여 통신거리 확장을 실현하였다.

2. 관련연구

2.1 NFC 기술의 개요

NFC(Near Field Communication:근거리 무선통신)는

13.56MHz 대역의 비접촉식 근거리 무선통신기술을 의미하며 [Fig. 1]에 나타낸 것과 같이 모바일 기기, 특히 스마트폰과의 융합을 통해서 단말 간 데이터 통신을 제공할 뿐만 아니라 기존의 비접촉식 스마트 카드 기술 및 RFID와의 호환성을 제공한다[6].



[Fig.1] The concept of NFC technology

기존의 비접촉식 스마트 카드 기술은 현재도 지하철이나 버스 요금 결제용 교통카드 및 신용카드 등에 보편적으로 많이 활용되고 있다. RFID 태그도 유통물류 분야에서 이용되고 있다. 최근에 이러한 전용 리더기와 IC 카드 형태의 고정형 서비스를 벗어나 NFC 기술을 스마트폰에 접목하여 모바일 신용카드, RFID 리더/태그 및 데이터 전송장치로 활용하고 있으며, 대부분의 스마트폰 운영체제도 NFC를 지원하고 있다.

2.2 NFC용 페라이트 시트 특성

NFC 페라이트시트는 소프트 페라이트를 소결한 기관 형태로 제작된다. 페라이트 조성으로 13.56MHz에서 복소 비투자율의 실수부(μ'_r)값은 크고, 허수부(μ''_r)값은 작은 Ni-Cu-Zn계를 많이 사용한다[7]. 페라이트 시트의 전기 자기적 특성은 <Table 1>과 같다.

<Table 1> The electrical and magnetic properties of the ferrite sheet

Function		Specification
Permeability at 13.56MHz	μ'_r	(100, 130, 150, 160, 200)±10%
	μ''_r	2.5 under
Resistivity		3×10^8 ohm·cm*
Density		3.6 (± 10%)
Operating temp		-40°C ~ 85°C

2.3 NFC 페라이트 시트의 기능

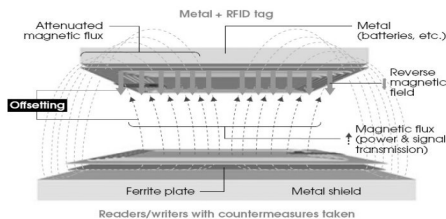
NFC의 리더는 NFC 리더 안테나를 통해서 13.56MHz에 유발(excite)되어, 자기장을 유도한다. 만약 스마트폰이 가까이 있을 경우에 [Fig. 1]에 나타낸 것처럼 이 자기장은 다시 스마트폰의 NFC 안테나 내에 전류를 유도하

고, 이 유도된 전류를 읽어 냄으로써 통신 할 수 있다. 안테나는 대부분의 경우에 금속 가까이 또는 위에 설치해야 한다. 그러나 금속은 시스템 내 안테나가 신호를 받는 것을 방해한다[7].

안테나 코일이 금속 가까이 설치되어 있으면 금속은 코일의 인덕턴스를 감소시킨다. 따라서 Q지수(Q-factor)를 떨어뜨리고, 자기공명 주파수가 변하게 된다. 또 다른 영향으로는 자기장이 금속 내에서 와전류를 유도한다[8]. 와전류는 렌츠의 법칙에 따라 반대방향의 자기장을 생성한다. 이것은 근거리 무선 통신 시스템에서 큰 문제가 되는데, 안테나가 금속 위에 일반적으로 설치되어 있기 때문이다. NFC 인덕터 타입의 안테나를 금속 가까이 놓으면 NFC의 성능은 급격히 감소한다.

그 원인은 [Fig. 2]에 나타낸 것과 같이 자기장이나 전기장 바로 밑에 존재하는 그라운드 면이 이들 전자기장의 세기, 즉 신호의 세기를 감소시키고, 따라서 안테나의 근거리 무선통신을 방해하기 때문이다. 이러한 커뮤니케이션의 저하나 실패를 방지하기 위한 가장 단순하고 쉬운 해결책은 안테나와 금속 표면 사이에 공간을 두는 것이다. 예를 들면, 13.56MHz의 경우 2~3cm의 자유공간을 안테나와 금속사이에 두면 주변 금속으로부터의 어떠한 영향도 받지 않는다. 그러나 스마트폰이나 노트북 내에 NFC를 장착할 경우에 2~3cm의 자유공간은 거의 불가능하다[9].

자기장에 의해 금속 내의 와전류가 발생하고, 이에 따라 반대방향의 자기장이 생성되는 것을 방지하기 위한 효과적인 방법은 높은 저항과 높은 투자율을 갖는 물질을 이용해서 자기장을 금속으로부터 분리시키는 것이다. 즉, 높은 투자율을 갖는 자기시트(magnetic sheet)를 NFC 안테나와 금속 그라운드 면 사이에 설치하는 것이 필요하다. 이 자기 시트는 자기장을 집중 시키고, NFC 안테나와 그라운드 면 사이의 유효거리를 크게 만들어준다.



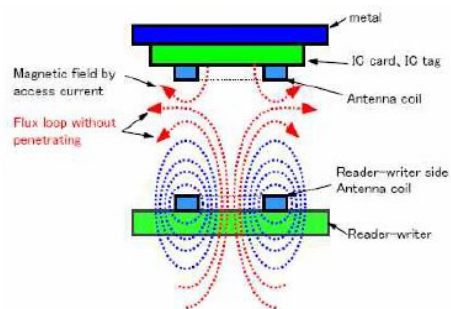
[Fig. 2] Eddy current in the metal surface due to reduction of the signal

현재 NFC 페라이트 시트는 스마트폰에 제일 많이 적용되며 부착 위치는 배터리 후면이나 휴대폰의 후면 케이스 안쪽에 많이 부착되고 있다. NFC 안테나와 반대편 안테나 리더기 간의 통신은 안테나 코일에 의한 자기장 발생으로 진행된다. 그리고 NFC 안테나는 휴대폰 단말기의 형태 상 후면에 부착되기 때문에 금속재질과 붙는 경우가 많아진다. 이 때 안테나와 금속간의 부착하는 경우, 근거리 통신과 원거리 통신 모두의 경우 안테나 특성에 문제가 발생한다. 이러한 문제를 해결하는 방법은 금속과 안테나 사이의 거리를 띄우면 가능하지만 NFC 통신에서는 적용되기 어렵다.

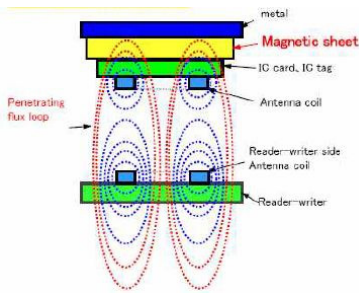
금속과 안테나 사이에서 발생하는 문제는 주로 금속 자체가 안테나 코일의 자기공명주파수(self-resonance frequency)를 변화시켜 손실을 악화시키고, 안테나 코일의 인덕턴스를 낮추기 때문이다. 이러한 주된 원인은 자기장으로 인해 금속에서 발생하는 와류(eddy current)에 의한 것으로 안테나 코일이 금속에 바로 붙을 때 주로 발생하여 통신 장애를 일으킨다.

와류를 제거하는 방법으로 고무자율과 고저항 재료를 금속과 안테나 사이에 위치 시켜서 자기력선을 조절할 수 있는데 이 때 제일 유용하게 사용되는 재료가 소프트 페라이트이며, 적절한 투자율과 손실, 두께를 가진 페라이트 시트를 NFC 안테나에 부착하여 사용하고 있다.

[Fig. 3(a)] 페라이트 시트가 없을 때[Fig. 3(b)]는 페라이트 시트가 있을 때 자기장의 변화이다.



[Fig. 3(a)] When there is no change in magnetic ferrite sheet.

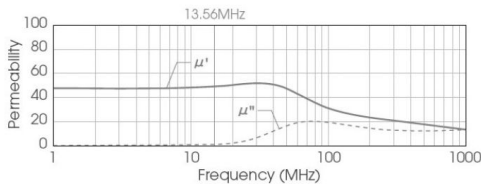


[Fig. 3(b)] When there is a change in the magnetic field ferrite sheet.

페라이트 시트의 형태는 소성된 페라이트 기관에 부분절단 후 양면을 테이프로 부착하는 구조로 제작 된다. 연자성 페라이트 물질은 자기장을 집중 시키고, NFC 안테나와 그라운드면 사이의 유효거리를 크게 만들어주는 좋은 특성을 가지고 있다[10].

휴대폰 내의 SAR(specific absorption rate : 휴대폰을 사용할 때 인체 내에 흡수되는 RF 에너지를 측정하는 단위)의 값을 낮추는 데 사용 되고 있다. 이들은 페라이트 시트는 페라이트 물질의 딱딱하고 쉽게 깨지는 특성을 부드럽고 쉽게 변형가능하게 만든다[11].

페라이트 물질을 NFC 안테나와 금속면 사이에 놓으면, 자기장을 유도해서 금속이 와전류를 유도하지 않게 된다. 즉, 자기장은 페라이트 물질 안으로 전달되고, 반대방향의 자기장은 생성되지 않고, NFC 통신은 방해받지 않게 된다. [Fig. 4]은 13.56MHz에 최적화한 전파 흡수체의 투자율이다[12].



[Fig. 4] 13.56MHz to optimize the permeability of the radio wave absorber

3. 페라이트 시트별 성능 실험

3.1 페라이트 시트별 안테나 성능측정

페라이트 시트는 금속면 그라운드를 갖는 NFC 안테

나 구조에서 전기적 성능에 결정적인 영향을 미칠 수 있으며, NFC 안테나의 성능의 최적화를 위해서 현재 국내 시장 점유율이 제일 높은 M사의 FSF 시리즈 페라이트 시트로 투자율(μ')이 130, 150, 200, 500이며, 두께는 0.1, 0.14, 0.26mm를 실험에 적용하였다.

NFC 통신에서 페라이트 시트의 종류별 안테나의 성능변화를 측정하기 위해서 회로망분석기(Network analyzer)를 이용한 안테나간의 송수신 채널이득 실험을 실시하였다. <Table 2>에서 <Table 4>는 페라이트 시트의 종류별 송수신 채널이득 실험결과이다. 투자율(μ')이 500, 두께가 0.26mm일 때 안테나 간 채널이득이 가장 높게 측정되었다. 본 실험을 통해서 송수신 채널 이득은 페라이트 시트의 투자율과 두께에 비례함을 입증하였으나 실제 스마트폰 NFC에 장착 시에는 두께와 페라이트 시트의 가격 면을 고려하여야만 한다. 두께는 가능한 얇은 제품이 많이 적용되어 현재는 0.1mm용이 가장 많이 적용되고 있다.

<Table 2> Experimental transmission channel gain for each type of ferrite sheet(t=0.1mm)

Ferrite Sheet	Permeability	Channel Gain[dB]
A	130	-26.4
B	150	-24.3
C	200	-21.1
D	500	-16.2

<Table 3> Experimental transmission channel gain for each type of ferrite sheet(t=0.14)

Ferrite Sheet	Permeability	Channel Gain[dB]
A	130	-25.1
B	150	-22.8
C	200	-19.5
D	500	-13.8

<Table 4> Experimental transmission channel gain for each type of ferrite sheet(t=0.26)

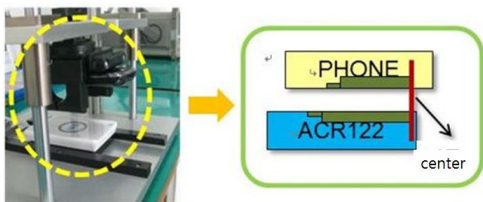
Ferrite Sheet	Permeability	Channel Gain[dB]
A	130	-23.6
B	150	-20.5
C	200	-16.1
D	500	-11.6

3.2 페라이트 시트별 인식거리 실험

페라이트 시트별 인식거리 측정을 위하여 NFC 지원 리더기인 ACR122을 지그 하단에 고정하고 스마트폰과의 인식거리를 측정하기 위한 지그를 [Fig. 5]와 같이 제작하여 페라이트 시트의 패턴별, 두께별 인식거리를 측정하기 위한 패턴별 사양은 <Table 5>와 같으며, 측정결과는 <Table 6>과 같다.

ACR122 리더기는 ISO1443 호환태그와 Felica, ISO/IEC 18092(NFC) 태그까지 읽기/쓰기 할 수 있는 리더기로 동작범위는 70mm 이내, 주파수 대역 13.56MHz, 동작확인인 태그의 auto detection 기능(정상시 적색->카드접근 시 녹색)이다.

ACR122는 NFC의 3가지 동작모드인 카드 에뮬레이션 모드, 리더 모드, 피어투 피어 모드를 모두 지원한다.



[Fig. 5] Recognized by a ferrite sheet jig for measuring the distance

<Table 5> Specification of patterns

Pattern	A	Specification
ANT. Size		36 × 30 mm
Line Width		1.1mm
Line Gap		0.3mm
Turns		3
Ant+Sheet Thickness		0.45mm

Pattern	B	Specification
ANT. Size		36 × 30 mm
Line Width		1.1mm
Line Gap		0.3mm
Turns		3
Ant+Sheet Thickness		0.25mm

Pattern	C	Specification
ANT. Size		36 × 30 mm
Line Width		1.1mm
Line Gap		0.3mm
Turns		3
Ant+Sheet Thickness		0.2mm

<Table 6> Recognized by a ferrite sheet distance measurement experiment

Pattern	Permeability/Relative/ Thickness	Distance[mm]	
		Full Type	T Type
A	μ : 55/ μ^* 1.5/ 0.25mm	52.0	
			51.0
B	μ : 55/ μ^* 1.5/ 0.10mm	50.2	
			49.5
C	μ : 140/ μ^* 3.0/ 0.10mm	59.0	
			57.0

4. 결론

본 논문에서는 스마트폰의 후면에 페라이트 시트를 종류별, 패턴별, 두께별로 부착하여 NFC의 인식거리를 시뮬레이션을 통하여 최적의 페라이트 시트를 선정하였다. 패턴별 특징은 I type보다는 Full type의 통신거리가 1~2mm 정도 더 확장되었다. 적용한 페라이트 시트는 금속에 의한 NFC 안테나의 특성을 개선하는 효과를 확인하였으며, 최종적으로 실제 스마트폰에 적용하여 사용되고 있다. 패턴 C의 경우 투자율이 140, 두께가 0.1mm, Full type 인 페라이트 시트를 적용하였을 때 NFC 통신거리가 일반 전자파 흡수체(absorber)의 경우 45mm에서 페라이트 시트 적용 하였을 때 59mm로 증대되었음을 확인하였다. NFC 통신거리의 증대는 통신의 신뢰성을 보장하는 기준으로 매우 중요한 요소이다.

REFERENCES

- [1] Jeong-Dae Kim, NFC, Goes beyond the limits of mobile services, LGERI Report, 2011
- [2] Sung-SU, Kim, Operating principles and applications of the radio wave absorber, Journal of Korean Magnetics Society, Vol.4, No.3, 1994
- [3] Electronic newspaper, Mobile Payment Revolution. 2011
- [4] Ceramic Bank, NFC Ferrite sheet trends, 2012
- [5] TDK, Flexield Material(Ferrite)for NFC/RFID application 13.56MHz HF, 2011
- [6] Tae-Hee Jeong, EMI absorber (NFC for, including magnetic materials), development trends and market research, Korea Institute of Science and Technology Information, pp60, 2012
- [7] Won-Do Heo, Wave Absorber market trends, Korea Institute of Science and Technology Information, pp4, 2011
- [8] Brown, T.W.C, Diakos, T, On the design of NFC antennas for contactless payment applications, 5th European Conference on Antennas and Propagation(EUCAP), pp. 44 - 47, 2011
- [9] Li Li, Zehua Gao and Yazhou Wang, NFC antenna research and a simple impedance matching method, 2011 International Conference on Electronic and Mechanical Engineering and Information Technology (EMEIT), vol. 8, pp. 3968 - 3970, 2011
- [10] Jun-Su Jeon, Han-Jong Yu, NFC Technology Trends, Journal of The Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science, Vol.24, No.3, pp3-10, 2013
- [11] Soo-Hoon Park, Dong-Il Kim, Sang-Gil Yoon, Gun-Suk Yoo, In-Seong Jeong, Development of Em Wave Absorber for Increasing Communication Range in RFID System, The Korean Institute of Electromagnetic Engineering and Science, Vol.20, No.3, pp226-227, 2009
- [12] <http://www.tdk.com/ferrites.php>

박 양 재(Park, Yang Jae)



- 1990년 8월 : 인하대학교 정보공학과(공학석사)
- 2003년 8월 : 인하대학교 전자계산공학과(공학박사)
- 2001년 1월 ~ 2002년 12월 : ㈜이메디피아 원격 의료 연구소 연구소장
- 1993년 2월 ~ 현재 : 가천대학교 IT대학 컴퓨터공학과 교수

· 관심분야 : HCI, 영상처리, 모바일 네트워크, 비전시스템, 조명시스템.

· E-Mail : parkyj@gachon.ac.kr