



Analysis for Low Interference Effect between Multi-Antennas Using Magneto-Dielectric Material Sheets

Yong-Jin Kim*

Department of Information & Communication System, Daejeon Campus, Korea Polytechnics IV

ABSTRACT

In 2018, the world's first 5G-based pilot service was launched at the Pyeongchang Winter Olympics, and 5G technology is expected to lead the next mobile communication technology. 5G technology requires a transmission speed between 100Mbps and 1Gbps. To meet these requirements, mmWave technology, carrier aggregation technology, and MIMO (Multi Input Multi Output) antenna technology should be applied. The products in which 5G technology will be implemented are portable mobile devices such as smart phones or smart watches. In case of 5G smartphone, the antennas for 5G frequency bands should be added in addition to the existing antennas for cellular bands. However, even if 5G band antennas are additionally applied, there is little change in the external size of the mobile device. Therefore, more antennas must be mounted in the same mounting space, so it is difficult to meet the requirements of 5G technology without increasing the degree of integration. In addition, recently introduced smart phones are designed with a metal frame chassis, which makes it difficult to secure antenna mounting space and radiation performance. Therefore, various researches have been continued to overcome the radiation performance and antenna density of the 5G smartphone. In this paper, we analyze the coupling characteristics between multiple antennas using magnetic dielectric sheets through simulations on mobile devices such as smart phones, and improve the antenna density and radiation performance through the interference reduction effect shown in the analysis results.

© 2018 KKITS All rights reserved

KEYWORDS: Antenna, Coupling, Magneto-Dielectric, MIMO, Suppression, Sheet

ARTICLE INFO: Received 10 July 2018, Revised 6 August 2018, Accepted 10 August 2018.

*Corresponding author is with the Department of Information & Communication System, Daejeon Campus, Korea Polytechnics, 352-31 Uam-ro Dong-gu, Daejeon,

34503, KOREA.

E-mail address: yjin@kopo.ac.kr

1. 서론

2018년 세계 최초로 5G 기반 시범서비스가 평창 동계올림픽에서 선보였고, 이를 계기로 5G 기술이 이동통신 기술을 주도하게 될 것으로 예상된다. 5G 기술은 100Mbps~1Gbps 사이의 전송속도 구현을 요구한다. 이러한 요구조건을 만족하기 위해서는 초고주파 주파수대역 활용기술, 캐리어집성기술, MIMO(Multi Input Multi Output) 안테나 기술 등이 적용되어야 한다[1-4].

5G 기술이 구현되는 제품은 스마트폰 또는 스마트워치 같은 휴대형 모바일 장치이다. 5G가 적용되는 스마트폰의 경우, 기존 셀룰러 대역용 안테나 외에 5G용 다중안테나가 추가 실장 되어야 한다. 그러나 5G 안테나가 추가 적용되더라도 모바일 장치의 외관 크기의 변화는 거의 없다. 따라서 동일한 실장공간에 더 많은 안테나를 탑재해야 하므로 집적도를 높이지 않으면 5G기술의 요구사항을 맞추기 어렵다. 또한 최근 출시되는 스마트폰들은 외관에 금속테두리가 적용된 디자인을 채택하고 있어서 안테나 실장공간과 방사성능 확보의 어려움이 더욱 크다. 따라서 안테나의 방사성능과 안테나 집적도를 극복하고 개선하기 위한 여러 연구가 지속되고 있다[5-8].

본 논문에서는 스마트폰과 같은 모바일 디바이스에 시뮬레이션을 통해 자성유전체 시트를 사용한 다중안테나간의 결합특성을 분석하고 분석결과에서 보여지는 간섭 저감 효과를 통해 안테나 집적도를 높이고 방사성능을 개선하여 5G 기술요구사항을 만족할 수 있도록 5G 다중안테나 구현에 활용할 수 있는 기반을 제시한다.

2. 다중안테나 간섭 저감

2.1 자성유전체 특성

일반적인 자성유전체에서 나타나는 투자율의 실수부와 허수부의 주파수 특성을 <그림 1>에서 보인다. 여기서 투자율의 허수부는 손실을 의미한다 [11-12].

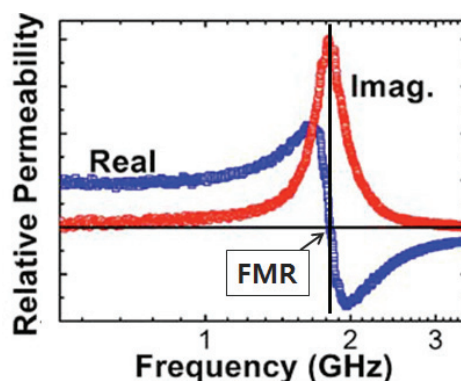


그림 1. 자성체 투자율
Figure 1. Permeability of Magnetic Materials

주파수가 증가함에 따라 투자율의 허수부가 급격히 높아지는 특성을 가지는데 이는 자성유전체에 의한 손실이 급격히 높아짐을 나타낸다[13].

높은 주파수에서 손실이 증가하는 단점에도 불구하고 손실을 수용가능한 일정한 값 이하로 만들 수 있다면 자성유전체(Maneto-dielectric material)의 비투자율(relative permeability) μ_r 이 1보다 큰 특성을 이용하여 안테나 소형화, 넓은 주파수 대역, 광대역 임피던스 매칭 등 많은 장점을 얻을 수 있다[14-15]. 따라서 UHF 대역의 셀룰러 통신 주파수 대역에서의 사용을 위한 자성유전체는 투자율 μ_r 을 10 이내로 낮추는 대신 보다 높은 주파수까지 사용할 수 있도록 하기 위해 손실이 적은 특성을 가지는 헥사페라이트(hexagonal-ferrite) 계열의 자성유전체를 사용한다.[9-11]

본 연구에서 사용되는 자성유전체의 유전율과 투자율 및 손실 특성은 <표 1>과 같다.

표 1. 자성유전체 특성

Table1 . Properties of Magneto-dielectric Materials

Material	ϵ_r	$\mu_{r,X}$	$\mu_{r,Y}$	$\mu_{r,Z}$	$\tan\delta(\epsilon_r)$	$\tan\delta(\mu_r)$
MD1	10	1	20	20	0.02	0.5
MD2	10	20	1	20	0.02	0.5
MD3	10	20	20	1	0.02	0.5
MD4	10	20	20	20	0.02	0.5

여기서 MD1, MD2, MD3는 각각 x, y, z축 방향에서 투자율(μ_r) 값이 다른 이방성 물질이고, MD4는 모든 축 방향에서 투자율 값이 동일한 등방성 물질이다.

2.2 안테나 구조

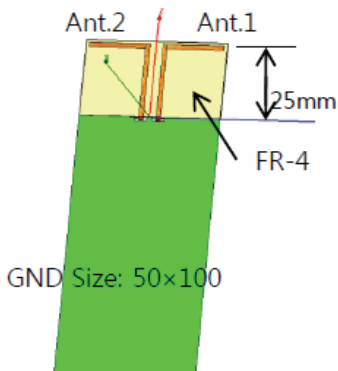


그림 2. 기준 타입 ILA 안테나
Figure 2. Reference type ILA antenna

본 논문에서 다중안테나의 간섭 저감을 연구하기 위해 사용한 기본구조는 <그림 2>와 같다. 50mm*100mm의 GND를 갖는 FR4 기판위에 두 개의 ILA(Inverted-L Antenna)를 기반으로 한 $\lambda/4$ monopole 안테나를 대칭적인 구조로 배치한다.

<그림 2>의 안테나에서 Ant1과 Ant2의 간섭영향을 분석하기 위해 <그림 3>과 같이 안테나 결합선로(coupled line) 부분의 특성을 살펴본다. 안테나

결합선로간의 이격 거리는 5.5mm이고 FR4의 두께는 1mm로 하였다.

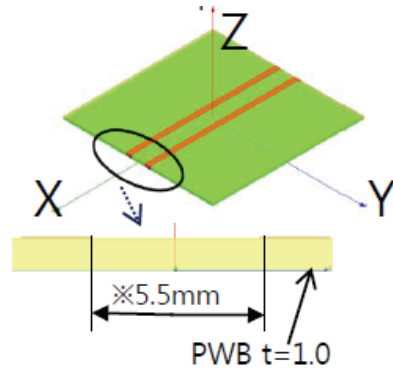


그림 3. 안테나 결합 선로
Figure 3. Antenna Coupled Line

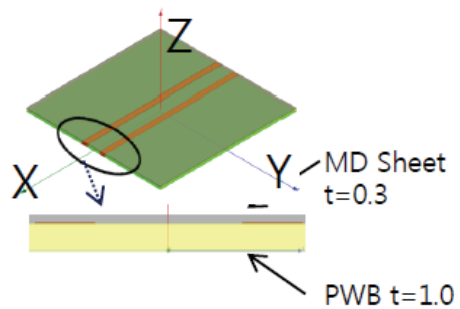


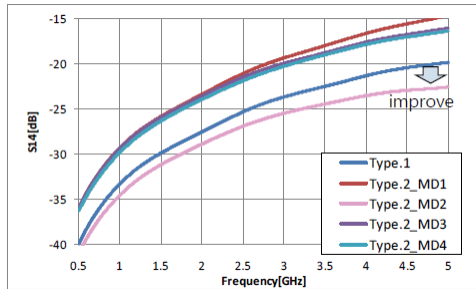
그림 4. MD 시트가 부착된 2개의 결합 선로
Figure 4. Coupled Line with MD sheet

안테나 결합을 저감하기 위해 2.1절에서 설명한 자성유전체 시트가 사용되며 <그림 4>와 같이 안테나 패턴 상단에 부착한다.

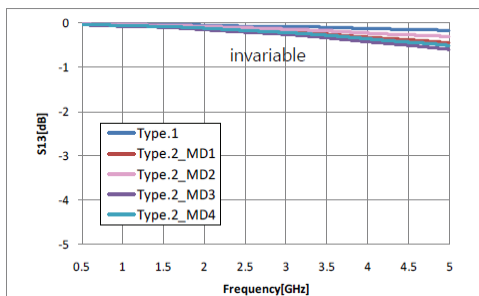
자성유전체 시트 안테나 패턴의 높이 위치는 기준 안테나와 동일하다. 즉, 자성유전체 시트는 기준 안테나 패턴의 높이가 변하지 않도록 안테나 패턴 상단에 0.3t 두께로 추가 부착된다.

2.3 시뮬레이션 결과

본 절에서는 앞에서 살펴본 자성유전체의 특성과 안테나구조를 활용하여 시뮬레이션을 통해 다중안테나의 간섭저감 성능 변화에 대해 살펴본다. 2.3절에서 제안된 안테나 결합 선로에 대한 HFSS를 이용한 시뮬레이션 결과는 <그림 5>와 같다.



(a) Isolation



(b) Insertion-loss

그림 5. 시뮬레이션 결과
Figure 5. Simulation Results

<그림 5>에서 기준 안테나(Type1)와 <표 1>의 자성유전체(MD) 시트를 부착한 안테나(Type2)의 결합 특성을 비교하였다. Type 1 대비 Type 2의 MD2 특성결과로부터 Insertion loss는 주파수 증가에 따라 0.1~0.5dB 정도 증가되는 반면 Isolation 특성이 2~3dB 개선됨을 알 수 있다. 반면 MD3와 MD4의 Type2 안테나 특성은 Type1 보다 오히려 나빠진다.

시뮬레이션 결과로부터 안테나 결합선로의 전류 방향(x-axis)과 cross 방향(y-axis)에서 낮은 투자율을 갖는 MD2 자성체는 간섭특성이 개선되는 반면

다른 MD1, MD3, MD4자성체는 오히려 성능이 저하됨을 보인다. 즉, MD2(μ_r -Y=1)의 경우에는 안테나 결합선로의 전류(x-axis)에 의한 자화유도(y-axis)가 없는 반면, 나머지 자성체(μ_r -Y=20)의 경우에는 안테나 결합선로의 전류에 의해 자화유도가 크게 발생하게 되어 높은 투자율에 의한 손실이 증가함을 보인다.

3. 결론

본 논문에서는 자성유전체 시트를 활용하여 다중안테나의 간섭특성을 개선할 수 있음을 보였다. 즉, 다중안테나 구조에 MD2 시트를 사용한 경우 삽입손실은 최소화하면서 안테나간의 Isolation 성능이 개선됨을 알 수 있다. 그러나 MD1, MD3와 MD4 자성체 시트는 오히려 안테나간 결합이 더욱 강하게 일어난다. 이 결과로부터 x축의 전파 진행 방향과 cross 방향인 y축 방향에서 낮은 투자율을 가진 이방성 매질인 자성유전체 시트를 구현한다면 다중 안테나간의 간섭을 저감하고 안테나 방사 성능을 개선 할 수 있음을 알 수 있다. 향후 이방성 자성유전체 제작을 통하여 본 논문에서 살펴본 시뮬레이션 결과와 실제 측정결과와의 비교 연구가 필요하다.

References

- [1] K. Y. Kim, S. H. Lee, and Y. J. Kim, *Trends on 5G communications*, Electronics and Telecommunications Trends, ETRI, Vol. 30, No. 1, pp. 1-11, 2015.
- [2] K. W. Kim, S.H. Lee, S. Y. Lim, and Y. J. Jeong, *5G pilot service direction in Pyeongchang Winter Olympic*, TTA Journal, Vol. 163, pp. 64-70, 2016.

- [3] IITP, *2018 ICT Top 10 issues*, pp. 124-138, 2018.
- [4] Y. W. Park, *5G new wave towards future societies in 2020s*, 5G Open Symposium, 2015.
- [5] J. Bang, Y. Hong, and J. Choi, *MM-wave phased array antenna for whole-metal-covered 5G mobile phone applications*, International Symposium on Antennas and Propagation, pp. 1-2, 2017.
- [6] Sunway, *Antenna design for mobile phone having full metal cover*, <http://www.sz-sunway.com.cn/en/Technology/Industry/detail166.html>, 2016.
- [7] D. Huang and Z. Du, *Eight-band antenna with a small ground clearance for LTE metal-frame mobile phone applications*, IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, Vol. 17, Issue 1, pp. 34-37, 2018.
- [8] C. Y. Hong; S. Y. Huang, and S. H. Yeh, *A LTE antenna design with metal-bezel structure for mobile phone application*, IEEE 5th Asia-Pacific Conference on Antennas and Propagation(APCAP), pp. 421-422, 2016.
- [9] H. Su, and X. Tang, *Low-loss magneto-dielectric materials: approaches and developments. Journal of Electronic Materials*, Vol. 43, Issue 2, pp. 299-307, 2014.
- [10] Y. J. Kim, *Advanced radiation performance for mobile phone antennas with magneto-dielectric sheet*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 11, No. 2, pp. 87-93, 2016.
- [11] H. Mosallaei, and K. Sarabandi, *Antenna miniaturization and bandwidth enhancement using a reactive impedance substrate*, IEEE Trans. Antennas Propag., pp. 2403-2414, Vol. 52, No. 9, 2004.
- [12] Y. J. Kim, *Effect of ferrite sheet for antenna performance on smart phone*, Journal of Knowledge Information Technology and Systems(JKITS), Vol. 12, No. 2, pp. 287-293, 2017.
- [13] G. M. Yang, X. Xing, A. Daigle, O. Obi, M. Liu, S. Stoute, K. Naishadham, and N. X. Sun, *Loading effects of self-biased magnetic films on patch antennas with substrate /superstrate sandwich structure*, IET Microwaves, Antennas & Propagation, pp. 1172-1181, 2010.
- [14] J. Y. Lee, J. K. Heo, J. H. Lee, and Y. H. Han, *Design of small antennas for mobile handsets using magneto-dielectric material*, IEEE Transactions on Antennas and Propagation, Vol. 60, No. 4, pp. 2080-2084, 2012.
- [15] N. Kitahara, and T. Mizumoto, *Magnetic ceramics materials with high permittivity and low loss*, IEICE Trans. on Communications, Vol. J86-C, No. 4, pp. 450-456, Apr. 2003.

자성유전체를 이용한 다중 안테나간 간섭 저감 효과

김용진

한국폴리텍IV대학 대전캠퍼스

정보통신시스템과 교수

요 약

최근 무선통신 기술의 발전으로 인해 이동통신 시스템은 4G LTE 시스템 상용화를 지나 5G 통신시스템 연구와 개발을 진행하고 있다. 5G 통신시스템에서는 MIMO와 같은 다중안테나 시스템구조가 적용된다. 그러나 스마트폰과 같은 모바일 디바이스의 제한된 공간에 기존 셀룰러대역 안테나에 더하여 추가적으로 5G용 MIMO 다중 안테나가 실장 된다. 따라서 여러 다중안테나는 제한된 공간에서 인접하게 배치되어 서

로 간섭 영향을 끼친다. 모바일 장치의 제한된 실장공간에서 안테나간의 집적도를 높이고 성능을 향상하기 위해서는 안테나간의 간섭을 저감해야 한다. 본 논문에서는 시뮬레이션을 통하여 자성유전체 시트를 이용한 안테나 간섭 저감 효과를 살펴본다.



Yong Jin Kim received the bachelor's degree in the Department of Electronic Communication Engineering from the Dongeui University in 1994. He received the M.S. degree and the Ph.D. degree in the Department of Electronic Communication Engineering from Hanyang University in 1996 and 2002, respectively. From 2002 to 2015, he was a principal engineer of Antenna Group at Samsung Electronics Co., Ltd. He has been a professor in the Department of Information & Communication System at Korea Polytechnics since 2015. His current research interests include antenna, RF/Microwave devices. He is a member of the KKITS.

E-mail address: yjin@jkopo.ac.kr