

블루투스, 지그비통신용 전방향미소파안테나설계의 한가지 방법

홍성철, 주덕영

전방향미소파안테나를 설계하는 방법에는 배열안테나에서 요소안테나의 위치와 방향을 조절하는 방법, 직접 무지향성을 가진 안테나패턴을 리용하는 방법을 비롯하여 여러 가지 방법이 있다. 배열안테나를 리용하는 방법은 좋은 안테나지향성선도를 얻을수 있는 우점도 있지만 차지하는 면적이 큰 결함도 가지고있다.[1] 미소파선로상에 충전구멍과 홈구조를 리용한 LC공진기를 설계하고 안테나에 도입할수 있다.[1, 2]

논문에서는 안테나의 소형화를 위하여 무지향성을 가진 블루투스, 지그비통신용안테나패턴을 제기하고 그 특성을 Ansys HFSS로 모의분석하였다.

설 계 방 법

통신주파수가 2.45GHz인 블루투스, 지그비전방향미소파안테나를 설계하였다.

일반적으로 미소파안테나는 량면인쇄기판의 한면에 복사선로를, 다른 면에 접지면을 배치하는 방법으로 설계하는데 이러한 안테나들은 하나 혹은 그 이상의 방향으로 지향성을 가지게 된다. 지향성이 없는 전방향미소파안테나에서는 인쇄기판의 량면에 복사선로를 설계한다.[2] 충전구멍(via)을 리용한 지향성이 없는 전방향미소파안테나의 한가지 형태를 제안하였다.(그림 1)

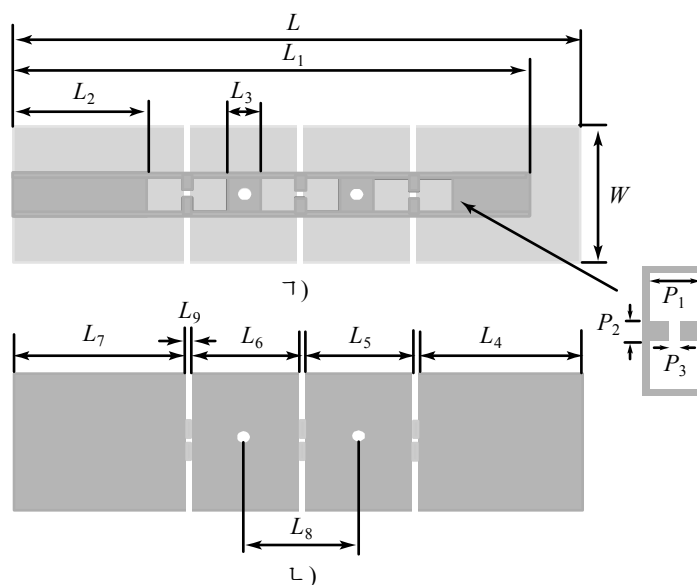


그림 1. 제안된 전방향미소파안테나
ㄱ) 윗면, ㄴ) 아래면

이것의 특징은 첫째로, 층간구멍을 리용하여 인쇄기판의 우아래면에 LC공진기를 구성함으로써 모든 면에서 전자기파의 복사를 일으킬수 있다는것이며 둘째로, 완전저항정합을 위하여 윗면의 선로상에 I자모양의 홈을 추가하였다는것이다.

제안된 미소띠안테나는 I자형홈과 층간구멍을 리용한 LC공진기를 우아래에 각각 3, 2개씩 가지고있다. 즉 매 구성요소는 LC공진회로의 역할을 한다.[1, 3] 안테나의 등가회로를 그림 2에 보여주었다. 회로에서 $Z_{\text{입}}$ 은 미소띠선로의 입구완전저항, R 는 복사저항이며

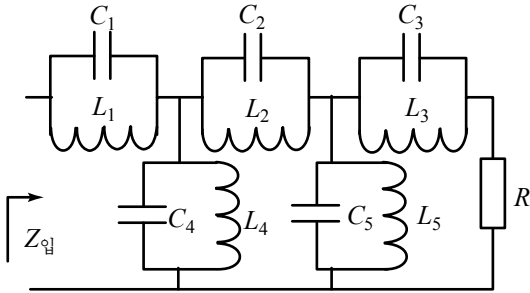


그림 2. 안테나의 등가회로

$L_1, C_1, L_2, C_2, L_3, C_3, L_4, C_4, L_5, C_5$ 는 각각 I자형홈과 층간구멍을 리용한 공진기의 등가회로정수들이다. 회로설계에 리용되는 기판의 특성들을 보면 동작주파수 $f_r = 2.45\text{GHz}$, 재료 FR-4 EPOXY, $\epsilon_r = 4.4$, $\tan \delta = 0.0024$, 유전체층두께 $h = 1.6\text{mm}$ 이고 동판두께는 $t = 0.035\text{mm}$ 이다. 유효유전률은 미소띠선로의 너비를 w 로 표시할 때

$$\epsilon_{\text{유효}} = \frac{\epsilon_r + 1}{2} + \frac{\epsilon_r - 1}{2} \left(1 + 12 \frac{h}{w} \right)^{-1/2} \quad (1)$$

으로 된다. 안테나의 입구완전저항은 다음의 식으로 계산된다.

$$Z_{\text{입}} = \begin{cases} \frac{60}{\sqrt{\epsilon_{\text{유효}}}} \ln \left(\frac{8h}{w} + \frac{w}{4h} \right) & \left(\frac{w}{h} \leq 1 \right) \\ \frac{120\pi}{\sqrt{\epsilon_{\text{유효}} \left[\frac{w}{h} + 1.393 + 0.667 \ln \left(\frac{w}{h} + 1.444 \right) \right]}} & \left(\frac{w}{h} > 1 \right) \end{cases} \quad (2)$$

식 (2)를 리용하여 입구완전저항 $Z_{\text{입}}$ 이 주어졌을 때 미소띠선로의 너비를 계산한다.[4, 5] $Z_{\text{입}}$ 을 50Ω 으로 설정하면 이로부터 계산되는 미소띠선로의 너비는 $w = 3.0\text{mm}$ 이다.

정합특성을 보다 개선하기 위하여 I자형홈을 추가한다. I자형홈은 그림 2에서처럼 하나의 LC병렬회로로 등가시킬수 있는데 이것들은 선로상에서 LC회로의 역할을 하므로 안테나의 구조를 최소화하면서 정합을 원만히 실현할수 있게 한다. 홈의 기하학적치수 P_1, P_2, P_3 의 최적값을 Ansys HFSS에서의 모의실험을 통하여 결정하였다.

층간구멍과 아래면의 4각형면은 공진구조의 형성에서 중요한 역할을 한다. 이 회로토막 역시 LC병렬회로로 등가시킬수 있는데 여기서 층간구멍은 선로의 역할을, 밑면의 4각형면은 콘덴사의 역할을 한다. 4각형면의 크기와 간격도 Ansys HFSS에서 모의를 통하여 결정하였다. 안테나설계파라미터들을 표에 보여주었다.

표. 안테나설계파라미터

파라미터	값/mm	파라미터	값/mm	파라미터	값/mm	파라미터	값/mm
W	10	P_3	0.4	L_3	2.4	L_7	11.8
L	40	L_1	36.5	L_4	11.8	L_8	8.0
P_1	2.4	L_2	9.2	L_5	7.6	L_9	0.4
P_2	0.8	D_1	0.2	L_6	7.6	D_2	0.2

표에서 D_1, D_2 는 각각 층간구멍들의 직경이다.

모 의 분 석

설계한 전방향미소파안테나를 Ansys HFSS로 모의분석하였다. 안테나의 S_{11} 파라미터와 지향성선도는 그림 3과 같다.

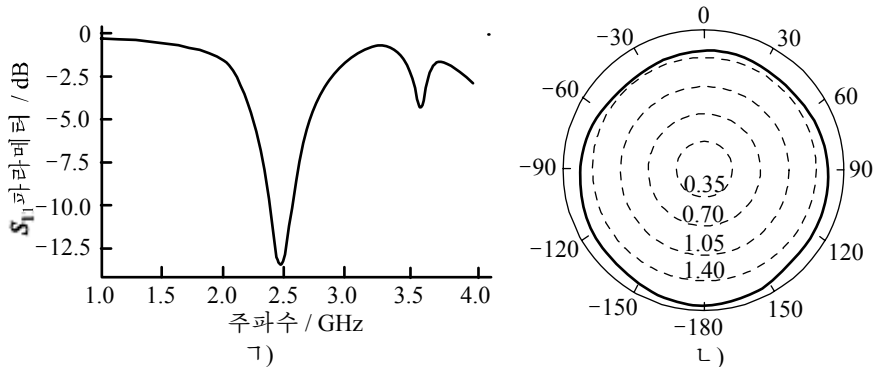


그림 3. S_{11} 파라미터와 지향성선도(리득 $\psi = 0^\circ$)

ㄱ) S_{11} 파라미터, ㄴ) 안테나지향성선도

그림 3에서 보는바와 같이 안테나는 2.45GHz근방에서 공진점을 가지며 안테나지향성선도 역시 전방향성을 가진다.

홈구조의 완전저항정합기능을 검증하기 위하여 홈구조가 있을 때와 없을 때의 모의를 진행하여 대비분석하였다.(그림 4) 그림 4에서 보는바와 같이 홈구조는 하나의 LC공진회로로서 정합을 원만히 실현할수 있도록 하며 총체적으로는 안테나회로의 면적을 줄이고 성능을 높이는데서 중요한 작용을 한다.

또한 충전구멍의 직경에 따르는 안테나의 특성도 연구하였다.(그림 5) 충전구멍의 크기에 따라 안테나의 특성에서는 변화가 크지 않다는것을 알수 있다. S_{11} 파라미터는 -13dB~-14.7dB사이에 있다.

설계한 안테나를 제작함에 있어서 충전구멍의 크기에 대하여 요구성이 높지 않으므로 제작원가를 줄일수 있다.

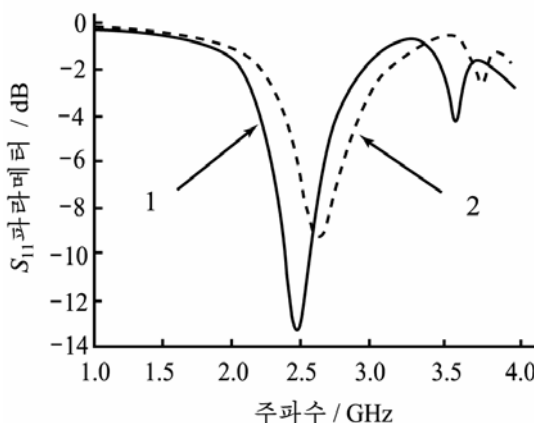


그림 4. 홈구조가 있을 때와 없을 때 정합특성의 비교

1-홈구조가 있을 때, 2-홈구조가 없을 때

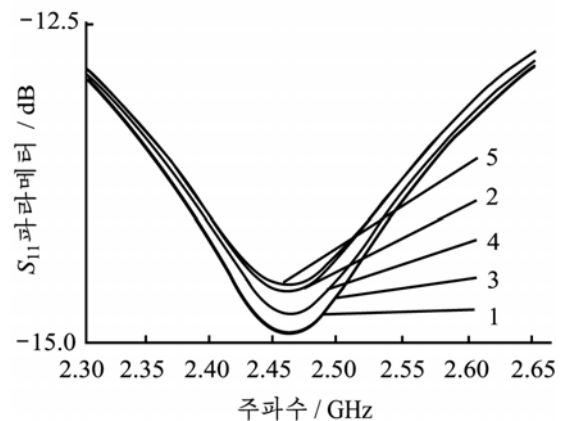


그림 5. 충전구멍의 직경에 따르는 안테나의 특성

1-5는 직경이 각각 0.1, 0.2, 0.3, 0.4, 0.5mm인 경우

맺 는 말

2.45GHz에서 동작하는 블루투스, 지그비전방향미소띠안테나의 한가지 형태를 제안하고 그것의 특성을 Ansys HFSS를 리용하여 모의분석하였다. 제안한 전방향미소띠안테나에서는 층간구멍을 리용하여 인쇄기판의 양면에 전자기파복사구조를 형성하고 I자형홈을 리용하여 입구완전저항의 정합을 실현하였다. 여기에서 리용된 층간구멍을 리용한 복사구조와 I자형홈은 각각 LC공진회로로 등가시킬수 있다.

가공정확도에 따르는 안테나의 성능평가를 진행하여 성능이 가공정확도에 크게 의존하지 않는다는것을 확증하였다.

참 고 문 헌

- [1] J. Malik et al.; IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters, 14, 503, 2015.
- [2] N. Sharma et al.; International Journal of Electrical Engineering, 11, 1, 87, 2018.
- [3] S. Vinxi; IOSR Journal of Engineering, 8, 4, 37, 2018.
- [4] C. A. Balanis; Antenna Theory, John Wiley & Sons, 816~842, 2005.
- [5] D. G. Fang; Antenna Theory and Microstrip Antennas, CRC Press, 86~107, 2009.

주체109(2020)년 3월 5일 원고접수

Design and Analysis of an Omnidirectional Microstrip Patch Antenna for Bluetooth and Zigbee Communications

Hong Song Chol, Ju Tok Yong

We proposed an approach for design and simulation of an omnidirectional microstrip patch antenna which works at 2.45GHz frequency. The proposed antenna can be used for bluetooth and zigbee communications.

Keywords: microstrip antenna, omnidirectional antenna, bluetooth