

소형 루프안테나의 손실특성

황재호*

*경주대학교

The Loss Characteristic of Small Loop Antenna

Jae-Ho Hwang*

*Gyeongju University

E-mail : jhhwang@gnu.ac.kr

요 약

소형 휴대단말기에는 안테나와 함께 각종 회로와 부품이 내장되어 있는 경우가 많다. 그런데 이와 같은 주변 회로와 부품은 인접한 안테나의 특성에 영향을 미칠 수 있다. 본 논문에서는 소형 휴대단말기에 각종 소자들과 함께 내장되는 소형 루프안테나의 손실특성을 검토한다. 특히, 접지판과 정합용으로 사용되는 콘덴서의 특성이 방사효율에 미치는 영향을 이론적으로 해석한다. 결과를 보면 안테나의 급전부에 인접한 콘덴서가 안테나의 방사효율에 가장 많은 영향을 주는 것을 알 수 있었다.

ABSTRACT

In general, small antenna is located with several devices in the mobile handsets. But these devices are a bad influence to characteristics of antenna. This paper deals with the loss characteristics of small loop antenna near the several devices in the small handset. Especially, we analyzed effect of ground plane and condensers that use matching circuit. Result of analysis, condenser near feed point of antenna to have much effect on radiation efficiency.

키워드

소형 루프안테나, 정합소자, 접지판, 손실, 방사효율

I. 서 론

최근 이동통신의 발달로 소형 휴대단말기의 수요가 급증하고 있다. 그런데 이와 같은 휴대단말기들의 대부분은 디자인 등을 고려하여 외형상 안테나의 돌출부가 보이지 않도록 하는 것이 많아지고 있다. 따라서 소형단말기에는 다양한 내장형 안테나가 사용되고 있다. 그러나 소형단말기 내부의 작은 공간에 안테나를 그대로 장치하게 되면 주변장치들의 영향으로 안테나의 성능이 저하되는 현상이 나타날 수 있다.[1][2] 실제 소형단말기의 내장안테나로 소형루프안테나를 사용하는

경우, 안테나 주변의 소자 등의 영향으로 안테나의 방사효율이 저하된다는 사실은 알고 있으나 어떤 소자와 구조에 관계된 현상인지 명백하지 않다.

본 논문에서는 소형 휴대단말기의 내장용 안테나로 사용되는 소형루프안테나의 손실특성을 이론적으로 해석함에 있어 접지판과 정합용으로 사용되는 콘덴서의 특성이 방사효율에 미치는 영향을 검토하여 안테나 주변의 소자들이 안테나특성에 어떠한 영향을 주는지 명확히 한다.

해석방법으로는 안테나와 같은 방사특성을 갖는 전자계구조를 엄밀하게 수치해석 할 수 있는 모멘트법(Moment Method)을 이용 한다.

II. 소형 루프안테나의 해석모델

소형 휴대단말기의 내장용 안테나로 사용되는 소형 루프안테나의 손실특성을 이론적으로 해석함에 있어 우선 안테나의 입력 임피던스(Input Impedance) 정합에 사용되는 콘덴서의 영향을 알아본다. 안테나의 구조는 사각형단말기의 내장용에 적합한 직사각형 평판형 루프로 한다.

그림 1은 가로 14 mm, 세로 57 mm, 폭이 3 mm인 평판형 루프안테나를 나타내고 있다. 안테나의 하단 급전부에는 직, 병렬 정합회로가 장착되어 있으며 사용된 각 콘덴서의 용량은 $C_1=7\text{pF}$, $C_2=13\text{pF}$, $C_3=3\text{pF}$ 이다.

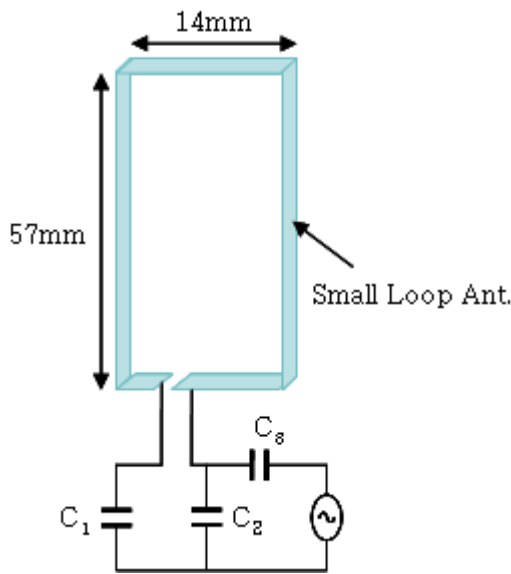


그림 1. 소형 루프안테나 구조

그림1과 같은 구조의 안테나를 해석하는데 있어 안테나부는 다수의 세그먼트(Segment)로 분할하고, 모멘트법을 이용하여 각 세그먼트에 흐르는 전류를 구한다. 그리고 이들 전류를 이용하여 안테나의 도체손실(동손)을 계산한다. 이때 급전부로 흐르는 전류로부터 각 콘덴서에 흐르는 전류를 산출하여 각 콘덴서의 손실은 계산한다.

한편 안테나부의 계산시간의 단축을 위해 안테나의 폭은 식1과 같은 근사법을 적용하여 선형안테나로 취급한다. [3]

$$R=W/4 \quad (1)$$

여기서 W 는 평판형 안테나의 폭을 말하며, R 은 근사된 선형안테나의 반경이다.

실제 휴대단말기에 소형루프안테나를 장착하는 경우 사용주파수에 정합하여 사용하게 된다. 그렇지만 방사효율에 미치는 영향을 명확히 하기위해서는 주요 파라미터인 방사효율, 도체손실, 콘덴

서의 손실이 주파수의 변화에 따라 어떻게 변하는지 조사해볼 필요가 있다.

그림2와 그림3은 그림1의 해석모델을 계산한 결과를 나타내고 있다. 각 콘덴서의 Q값은 200으로 하며, 주파수를 200MHz에서 300MHz까지 변화하여 입력임피던스특성과 손실특성을 계산한 결과를 나타내고 있다.

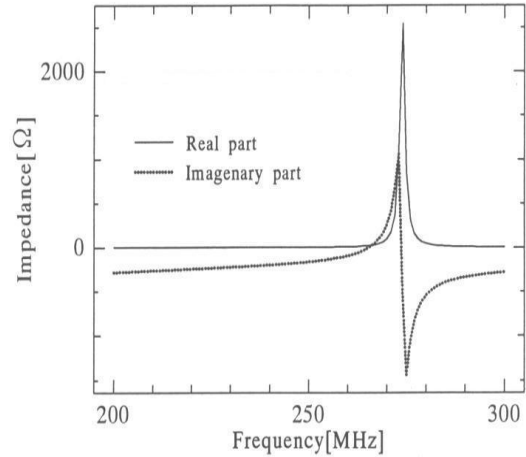


그림 2. 입력임피던스특성

그림2는 입력임피던스의 실수부와 허수부특성을 나타내고 있다. 265.7 MHz에서 공진현상이 나타남을 알 수 있으며 이때의 최대방사효율은 2.132%가 된다.

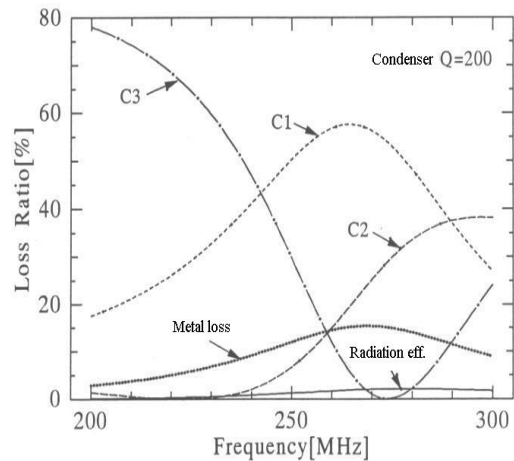


그림 3. 주파수에 대한 손실특성

또한 그림3의 결과에서 알 수 있듯이 전체적으로 콘덴서에 의한 손실이 크다는 것을 확인할 수 있으며, 특히 공진주파수 근처에서는 C_1 과 C_2 에 의한 손실이 매우 커져서 C_1 의 경우 최대 58%까지 손실을 점유하고 있는 것을 알 수 있다. 커짐을 알 수 있다. 표1은 이와 같은 관계를 공진주파수(265.7MHz)와 방사효

율이 최대가 되는 주파수(277.5MHz)로 나누어 각각의 손실을 표시하고 있다.

표1. 주파수별 최대방사효율

주파수 (MHz)	방사 효율 (%)	도체 손실 (%)	C ₁ (%)	C ₂ (%)	C ₃ (%)	이득 (dBi)
265.7	1.922	15.29	57.55	20.88	4.354	-17.16
277.5	2.132	14.53	50.65	31.88	0.813	-16.71

III. 접지면을 갖는 소형 루프안테나의 해석모델

그림4는 그림1의 해석모델에 접지면의 영향을 고려한 구조를 나타내고 있다. 가로50mm, 세로70mm의 도체 접지면은 루프안테나와 수직하게 위치하며 안테나와 접지면이 접촉하지 않도록 두 개의 관통구를 두었다.

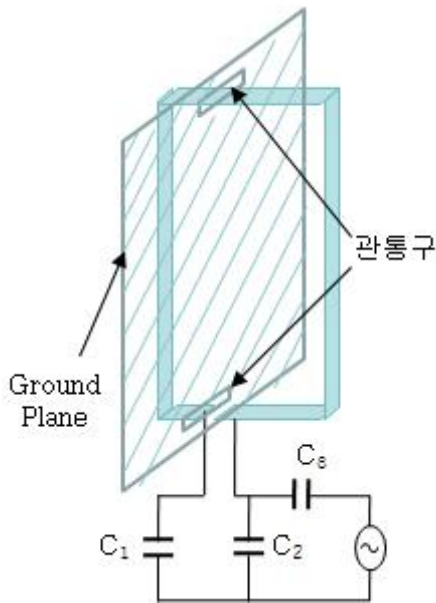


그림 4. 접지면을 갖는 소형 루프안테나 구조

이와 같은 접지면을 갖는 구조를 해석하는데 있어 우선 고려해야 할 것은 접지면으로 사용되는 도체판을 어떻게 해석모델링을 하는 것이냐이다. 식1과 같은 근사식은 도체판이 넓어질수록 정확도가 낮아지므로 이와 같은 넓은 구조에는 적용할 수가 없다. 따라서 본 논문에서는 그림5와 같이 와이어그리드(wire grid)법으로 근사하여 해석한다.

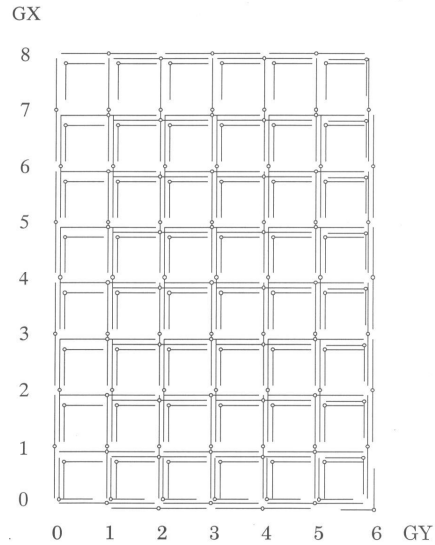


그림 5. 접지면의 해석모델

이때 안테나가 관통하는 위치는 GY가 3이 되는 지점으로 하여 와이어그리드 도체선에 닿지 않도록 한다. 해석 방법은 그림4의 루프안테나를 식(1)과같이 선형안테나로 근사하고 모멘트법을 이용하여 접지면에 흐르는 전류를 구한다. 그리고 그림1의 해석과 동일하게 안테나부의 전류를 구해 모델전체의 도체손실을 계산한다. 또한 급전부의 입력전력으로부터 접지면을 포함한 안테나의 방사효율을 계산한다.

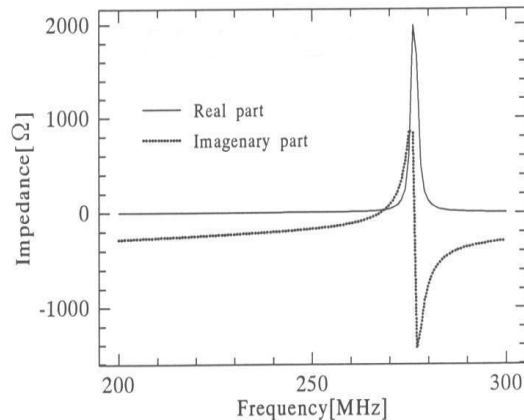


그림 6. 입력임피던스특성

그림6과 그림7은 그림4의 구조를 해석한 결과를 나타내고 있다. 입력 임피던스특성으로부터 공진주파수는 268.1MHz가 됨을 알 수 있으며 이때의 최대방사효율은 2.23%(-16.52dBi)이다.

VSWR값은 2.27로 그림1의 구조와 비교하여 거의 변화가 없다. 또한 공진주파수 근처에서의 C₁과 C₂에 의한 손실도 마찬가지로 매우 크다는 것을 알 수 있다.

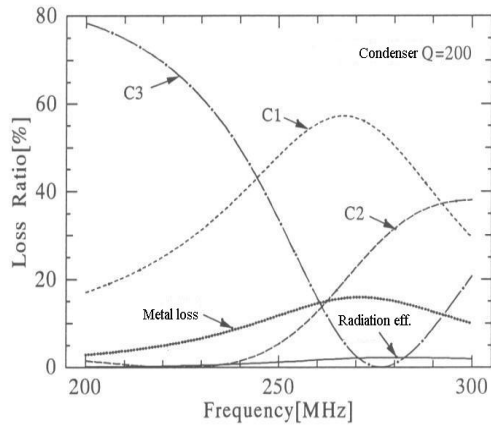


그림 7. 주파수에 대한 손실특성

그림4의 구조는 그림1의 구조에 접지면이 추가되었기 때문에 접지면으로 사용된 도체(동판)의 손실이 방사효율에 영향을 미칠 것으로 예상하였으나 표1과 표2를 비교해보면 거의 변화가 없음을 알 수 있다. 그래서 안테나상의 전류분포와 접지면 도체상의 전류분포를 비교해본 결과 접지면 상에 분포된 전류의 크기는 안테나의 전류에 비해 매우 작다는 것을 알 수 있었다. 이는 안테나와 접지면이 서로 접촉하지 않았기 때문에 접지면에는 안테나의 방사에 의한 미량의 유도전류가 분포된 것으로 판단된다.

표2. 주파수별 최대방사효율

주파수 (MHz)	방사 효율 (%)	도체 손실 (%)	C ₁ (%)	C ₂ (%)	C ₃ (%)	이득 (dBi)
268.1	2.008	15.80	57.14	20.71	4.344	-16.97
280.5	2.230	14.94	49.87	31.96	0.996	-16.52

IV. 결 론

본 논문은 소형 휴대단말기의 내장용 안테나로 사용되는 소형루프안테나의 손실특성을 이론적으로 해석함에 있어 접지판과 정합용으로 사용되는 콘덴서의 특성이 방사효율에 미치는 영향을 검토하였다. 결과에서 알 수 있듯이 전체적으로 콘덴서에 의한 손실이 크다는 것을 확인할 수 있었으며, 특히 공진주파수 근처에서는 콘덴서 C₁과 C₂에 의한 손실이 매우 크며, C₁의 경우 최대 58%까지 손실을 점유하고 있는 것을 알 수 있었다. 또한 접지면의 영향을 조사해본 결과 안테나의 공진주파수에는 변화를 주나, 방사효율에 영향을 줄만큼의 손실은 없는 것으로 확인되었다. 결국 이와 같은 안테나의 방사효율을 높이기 위해서는

안테나의 급전부에 인접한 콘덴서의 경우 Q값이 높은 소자를 사용하는 것이 바람직하다 할 수 있다.

참고문헌

- [1] C. A. Balanis, *Antenna Theory: Analysis and Design*, John Wiley & Sons, 1982
- [2] H.Lau, "Performance concerns guide the design of pager antenna," *Microwaves & RF*, pp.95-106, Dec. 1995.
- [3] 黄載皓, 澤谷邦男, "高誘電率誘電體基板上のダイボールの放射特性," *電子情報通信學會通信ソサイエティ大會講演論文*, B-1-90, 1997年9月
- [4] J. D. Kraus, *Antennas*, McGraw Hill, 1988.
- [5] IEICE, *Antenna Engineering Handbook*, Ohm, 1980.
- [6] D. M. Pozar, *Microwave Engineering*, Addison Wesley, 1990.