휴대용 내장형 트리플(DCS, PCS, UPCS) 안테나 설계 및 제작

박성일* · 고영혁*

*동신대학교 정보통신공학과

Design and fabrication of a Triple Band Internal Antenna for Handset

Seong-il Park* · Young-hyuk Ko*

*Dept. of Information & Communication Eng. Dongshin Univ.

E-mail : psi@dsu.ac.kr

요 약

본 논문에서는 이동통신용 단말기 PCB Layout 위에 내장형 Chip 안테나를 직접 설계하여 DCS(1.71~1.88GHz) 대역, PCS(1.75~1.87GHz) 대역 및 UPCS(1.85~1.99GHz)대역에서 공통으로 사용할 수 있는 이동통신용 트리플밴드 Chip 안테나를 설계하였다. 설계 · 제작된 안테나는 PCB 기판위에 탑재되는 안테나로서 안테나의 양측면에 쐬워진 상부 방사패치와 하부 방사패치로 구성되어 있으며, 상하부 방사패치의 용량과 길이를 조절함으로서 DCS, PCS, UPCS대역에서 공동으로 사용할 수 있는 트리플 안테나를 제안했다. 안테나의 크기는 19mm×4mm×1.6mm으로 설계하여 매우 소형화시켰으며, Chip 안테나의 단점인 좁은 대역폭을 크게 개선시켰다. 설계한 안테나의 대역폭은 정재파비 2 이하를 기준으로 DCS, PCS, UPCS 대역을 모두 충족하였으며, 전체 대역폭은 1.71GHz~1.99GHz의 15.1%의 주파수 대역폭을 얻었다.

ABSTRACT

In this paper, triple band mobile chip antenna for DCS(1.71~1.88GHz) / PCS(1.75~1.87GHz) / UPCS(1.85~1.99GHz) on PCB Layout is fabricated. As designed and fabricated antenna is loaded PCB layout, that plate a both side at two independence patterns(upper & lower) to reduce the size and a capacitor for DCS, PCS, UPCS band is proposed. The antenna has a small size of about 19mm×4mm×1.6mm, narrow bandwidth which is the defect of chip antenna is improved. Bandwidth of fabricated antenna to VSWR less than 2 is satisfied and all bandwith is acquired 15.1% at 1.71GHz~ 1.99GHz.

키워드

Triple antenna, chip antenna, small size

Ⅰ. 서 론

현재 전 세계 단말기 시장의 동향은 듀얼 밴드 이상의 안테나를 사용한 휴대단말기를 제작하고 있다. 그 이유는 각각의 나라마다 사용하는 시스템의 주파수 대역이 다르기 때문에 하나의 안테나를 통해서 각각의 사용주파수를 모두 통합하는 서비스를 제공하고 있다. 단말기 제조업체 측면에서 보면 시스템에 따라서 각각 따로 개발해야 했던 개발의 낭비를 줄일 수 있고, 제품의 판매도 다양해 질 수 있다는 장점이 있기 때문이다.[1]

이동통신단말기 안테나 시장은 이동통신 단말기 시장에 밀접하기 때문에 안테나의 출하수량은 이동통신단말기와 거의 동일하다고 볼 수 있다. 해외 시장에서는 휴대폰 제조사에서 최근 트리플밴드와 쿼드밴드 안테나에 대한 수요가 가장 높으며, 일부 유럽형 휴대폰 모델의 경우에는 GSM, DCS, PCS, WCDMA대역 모두를 지원하는 트리플밴드 이상의 멀티밴드 안테나의 수요가 활발하다. 그것은 유럽에서 사용되는 GSM, DCS를 비롯

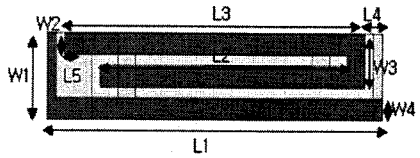
해서 북미에서 사용되는 PCS와 3G 이동통신인 WCDMA 모두 지원할 수 있는 단말기를 기본으로 해서 개발이 진행되고 있기 때문이다. [2][3]

본 논문에서는 이동통신용 단말기 PCB Layout 위에 내장형 Chip 안테나를 직접 설계하여 DCS, PCS, UPCS의 주파수 범위 사양인 1.71~1.99GHz까지의 모든 범의를 충족할 수 있는 이동통신용 트리플밴드 Chip 안테나를 설계하였다. 또한 상용화된 HFSS를 사용하여 Chip antenna 방사특성과 리턴로스 특성을 분석하였으며, 제작된 트리플밴드 Chip 안테나는 VNA를 통해 실제 리턴로스 특성을 분석하였다.

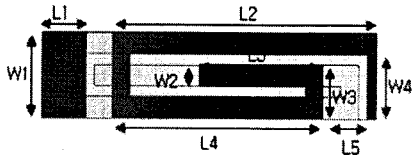
II. 안테나 구조

1. 트리플밴드 Chip 안테나 구조

본 논문에서 설계한 이동통신용 트리플밴드 Chip 안테나의 구조는 그라운드 판이 방사패치와 같은 폭으로 자름으로서 소형화하고 Meander 구조로 방사패치를 구성하였으며, 좌·우측면의 방사 패치와 그라운드 판을 단락시키므로 더욱 소형화한 안테나이다. 제안한 안테나는 상부 방사패치와 하부 방사패치로 구성되어 있으며 상하부 패치 사이의 케패시턴스 값을 고려하여 설계하였다.[4][5] 그림 1. (b)에서 방사 패치의 길이인 L1과 L2사이의 간격은 방사패치와 그라운드판 사이의 개구면으로 전기력선이 미치는 범위를 결정한다. 따라서 급전점 우측의 사이의 간격 길이가 짧은 경우 전기력선이 미치는 범위가 짧게 되고 이득이 떨어진다. 또한 같은 간격 사이에 대해서 유전체의 유전율이 낮을수록 이득이 크고, 안테나 전체길이(L1)가 길어질수록 이득이 크다. 그리고 패치 폭 W는 공진 주파수의 λ/2 근처에서 이득이 최대가 된다.



(a) 윗면



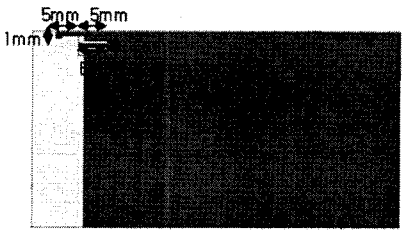
(b) 아랫면

그림 1. Triple Band Chip Antenna 구조
(a) 윗면 (b) 아랫면

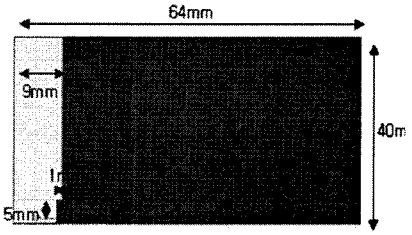
2.2 Triple Band PCB Layout 구조

현재 많은 주목을 받고 있는 Triple Band Chip Antenna의 실제 크기는 다음과 같다. 그림 2 (a)와 같이 PCB Layout위에 Triple Band용 내장형 마이크로 칩 안테나를 주요사항인 사용 주파수 1.78~2.0GHz에서 동작할 수 있도록 설계하였으며, PCB Layout 윗면은 마이크로 칩 안테나의 그라운드 판과 연결시켜서 그라운드 판으로 활용하였다. 그림 2 (a)의 그라운드 판은 그림 1 (b)의 방사 패치에 연결되도록 설계되었다.

또한, 그림 1(a)의 W2×L5와 그림1(b)의 W1×L1을 PCB Layout 윗면에 Signal Line과 연결하여 Triple Band용 내장형 마이크로 칩 안테나의 급전 선로로 이용하였고, 내장형 마이크로 칩 안테나의 아래면으로도 방사할 수 있도록 Bluetooth PCB Layout의 동판을 제거하였다.



(a)윗면



(b)아랫면

그림 2. Triple Band PCB Layout

III. 안테나 특성 고찰

본 논문에서는 DCS/PCS/UPCS 주파수 대역을 중심주파수로 설정하고 각부의 척도를 다음과 같이 설계하였다. 기판의 유전율은 ε_r=4.4, 동판의 두께(H)가 1.6mm인 에폭시(FR4-eposy) 기판을 사용하였다. 안테나의 전체 길이는 19mm×4mm이며, 상부방사패치의 길이는 L2=14mm, L3=17mm, W2=1mm, W3=2.5mm로 설계하였으며, 하부방사패치의 길이는 L2=15mm, L3=7mm, W2=1mm, W3=2.5mm로 각각 설계하였다. 표 1과 표 2는 제안한 안테나의 제원이며 그림 3은 상용화된 프로그램인 HFSS를 이용하여 계산된 리턴로스 특

성으로 DCS/PCS/UPCS 주파수 대역에서 대역폭이 15.0%로 광대역 특성을 나타내었다.

표1. Triple Band Chip 안테나 윗면 제원

Triple Band Chip 안테나 윗면 구조			
L1(mm)	19	W1(mm)	4
L2(mm)	14	W2(mm)	1
L3(mm)	17	W3(mm)	2.5
L4(mm)	1	W4(mm)	1
L5(mm)	1	유전율	4.4

표2. Triple Band Chip 안테나 아랫면 제원

Triple Band Chip 안테나 아래면 구조			
L1(mm)	2.5	W1(mm)	4
L2(mm)	15	W2(mm)	1
L3(mm)	7	W3(mm)	2.5
L4(mm)	12	W4(mm)	3
L5(mm)	2.5	H(mm)	1.6

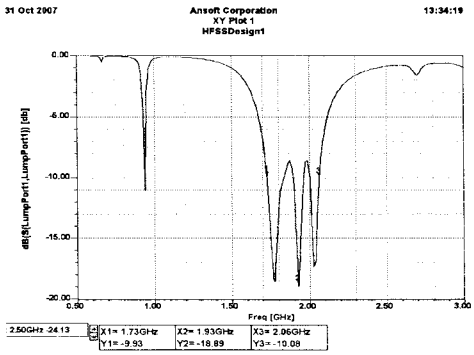
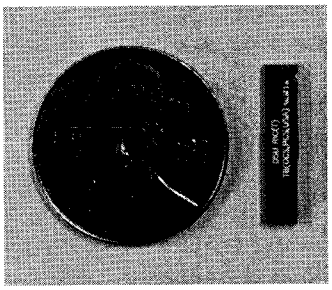
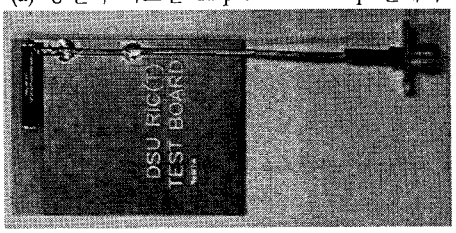


그림3. Triple Band Chip Antenna의 리턴로스 특성

그림 4는 실제 제작된 DCS/PCS/UPCS Triple Band Chip 안테나가 장착된 테스트보드 사진이며, VNA (Anritsu-37347C)를 사용하여 측정된 안테나의 리턴로스 특성은 그림 5와 같으며 중심주파수가 1.88GHz에서 -30.522dB이며, 대역폭이 15.1%로 나타났다. 따라서, 본 논문에서 제안한 DCS/PCS/UPCS Triple Band Chip 안테나는 설계 척도를 HFSS에 의해 계산된 값과, 각각의 중심주파수에서 공진이 되도록 설계 제작된 PCS/UPCS 듀얼밴드 Chip 안테나의 리턴로스 특성이 계산값과 실험값이 매우 양호하게 일치되었다.



(a) 동전과 비교한 Triple Band Chip 안테나



(b) PCB Layout과 급전선을 연결한 Triple Band Chip 안테나

그림4. 실제 제작된 Triple Band Chip Antenna

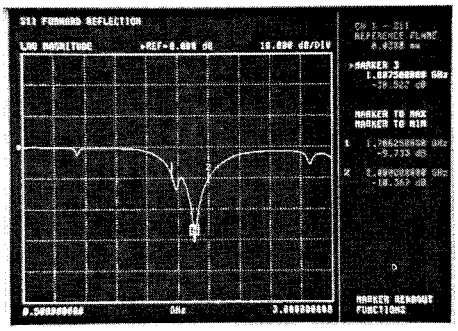
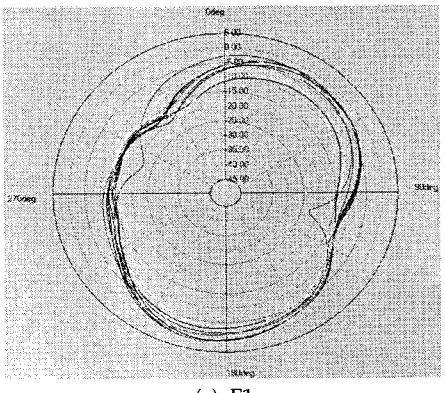
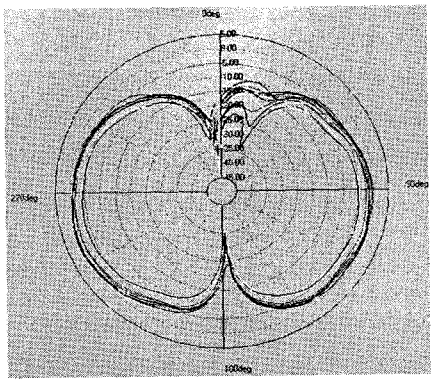


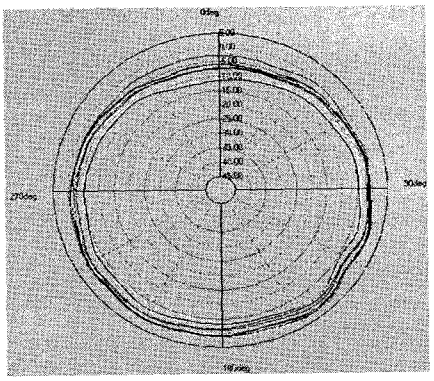
그림 5. 측정된 Triple Band Chip 안테나의 리턴로스 특성



(a) E1



(b) E2



(c) H

그림 6. 측정된 Triple Band Chip 안테나의 방사 특성

그림 6은 실제 제작된 안테나의 방사특성으로 각각의 주파수에서 Omni-direction한 방사패턴을 나타냈으며, 최대이득이 2dBi정도 얻을 수 있었다. 그림 7과 8은 Triple Band Chip 안테나의 SAR 특성을 나타낸 것이며 평균 SAR 값이 1.8GHz에서 38.1[w/kg], 1.9GHz에서 39.7[w/kg], 2.45GHz에서 52.4 [w/kg]으로 나타났다.

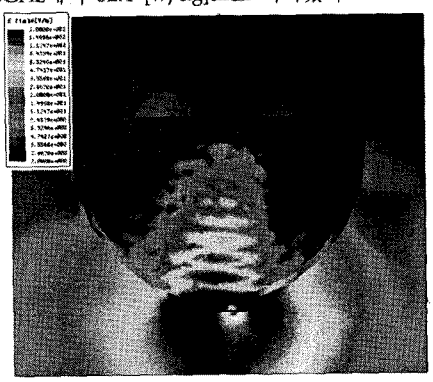


그림 7. Triple Band Chip 안테나의 SAR 특성

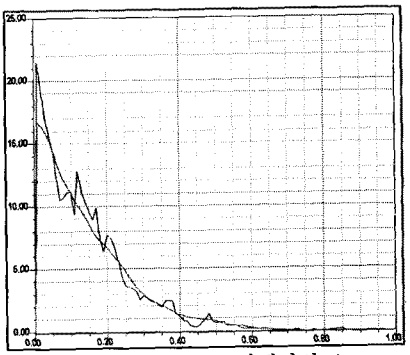


그림 8. Triple Band Chip 안테나의 Average SAR 특성

Ⅳ. 결 론

본 논문에서는 안테나 이득을 극대화하기 위해서 PCB Layout 위에 이동통신용 트리플밴드 Chip 안테나를 직접 설계하여 DCS와 PCS 및 UPCS의 주요 사양인 1.71~1.99GHz까지 모든 주파수 범위에서 동작할 수 있도록 하였으며 설계된 이동통신용 트리플밴드 Chip 안테나는 상용화된 프로그램 HFSS에 의해 각각의 중심주파수에서 대역폭 15.0%를 얻었으며, 최대 방사이득 1.02dBi를 얻었다. 또한, 제작된 듀얼밴드 Chip 안테나는 중심주파수 1.88GHz이고, 대역폭이 15.1%로 계산치와 매우 양호하게 일치됨을 확인했다. 실제 측정한 안테나의 방사패턴은 각각의 주파수에서 Omni-direction한 방사패턴을 나타냈으며, 최대이득이 2dBi정도 얻을 수 있었다.

앞으로 본 논문을 기본으로 하여 측정치와 계산치의 오차범위를 줄이고 더 소형화되고 이득이 좋은 트리플밴드 Chip 안테나를 설계·제작 할 예정이다.

참고문헌

[1] M. Ali and Gerard J. H., "Analysis of Integrated Inverted-F Antenna for Bluetooth Applications:, Ericsson Inc.

[2] LAL Chand Godard, "Handbook of Antenna in Wireless Communication", CRC Press, PP. 6-1~6-34, 2001.

[3] F. -S. Chang, S. -H. Yeh and K. -L, Wong, "Planar Monopole in Wrapped Structure for Low-profile GSM/DCS mobile phone antenna", Electronics Letters, vol. 38, no. 11, May 2002.

[4] Kin-Lu Wong "Planar Antennas for wireless Communications", pp 53-60, 2003.

본 연구는 산업자원부 및 한국산업기술평가원의 지역혁신센터사업의 지원으로 수행되었음.