

멀티미디어단말기용 상하대칭 루프 안테나

신 천 우[†]

요 약

본 연구는 얇은 유전체기판 위에 프린트 패턴으로 구현하는 상/하 대칭 루프안테나에 관한 것으로서, 유전체기판 상/하에 대칭으로 루프안테나용 동박패턴을 제작하여 기판의 상/하에 프린트된 루프패턴 간에서 방사되는 전자계가 서로 충돌하지 않게 방사되는 위상제어형 상/하 대칭 루프안테나에 관한 것이다. 이 방법으로 상/하에 프린트된 각 루프코일이 서로 동위상으로 보완적으로 배치되어 전자계가 원만하게 방사되어, 방사 손실이 없고 방사 효율이 뛰어나게 된다. 얇은 유전체기판의 상/하에 프린트하여 안테나를 구현함으로써 경박/소형화가 가능해지며, 이로 인하여 크기 40mm×6mm 이하의 사이즈에, 두께 0.2mm 이하의 박막의 유전체기판에 제 3세대 휴대폰대역인 WCDMA 안테나를 구현하여 패시브 시험에서 평균적인 -3dBi 이상 방사효율 50~70% 정도의 안테나특성이 얻어졌으며, 상용되는 이동형 멀티미디어단말기에 부착하여 액티브 시험결과 평균적인 -4dBi, 송/수신 효율이 43% 얻어졌다.

Top and Bottom Symmetrical Loop Antenna for Multi-media Devices

Cheon Woo Shin[†]

ABSTRACT

The paper is for top and bottom symmetrical phase controlled loop antenna using for multi-media devices. We developed a top and bottom phase control loop pattern arrangement methods for loop antenna in mobile devices like as a cell phone and PCS, WCDMA. In the loop antenna pattern, arrange close adhesive the loop antenna pattern 180° cycle in wave length, the radiated electro-magnetic wave from close adhesive loop pattern in 180° become to coherent wave than the phase controlled loop antenna has high efficiency and high radiation gain. To acquire a wide band width on phase controlled loop antenna, we arrange a top and bottom symmetrical architecture loop pattern that has a 180° wave length in each layer. Top and bottom each layer has a U form pattern separated 90° wave length each other. This architecture cause a well balanced electro-magnetic flow control that acquired wide bandwidth resonance response in loop pattern antenna. In experiment, we designed a WCDMA mobile multi-media antenna in 40mm×6mm area thickness 0.2mm, in that passive experiment the radiation efficiency is over 50% and over 0dBi radiation average gain was acquired, in the active experiment in real multi-media device we acquired -4dBi average gain and 43% transmit/receive efficiency.

Key words: Loop Antenna(루프안테나), Phase Control(위상제어), Thin Film Antenna(박막형 필름안테나), Top and Bottom Symmetrical(상/하 대칭구조), WCDMA Antenna(WCDMA안테나)

※ 교신저자(Corresponding Author): 신천우, 주소: 부산광역시 남구 대연3동 314-79 경성대학교 정보통신공학과 8호관 623호(608-736), 전화: 051)663-5151, FAX: 051)628-4476, E-mail: cwshin409@paran.com
접수일: 2010년 9월 8일, 수정일: 2010년 12월 6일

완료일: 2011년 2월 22일

[†] 종신회원, 경성대학교 멀티미디어통신공학과

※ 이 연구는 경성대학교 2011년도 연구비지원사업의 일환으로 수행된 것입니다.

1. 서 론

최근에 스마트폰 등의 멀티미디어단말기의 발달로 인하여 무선통신이 가능한 단말기의 요구가 늘고 있다. 소형의 멀티미디어단말기의 외부에 돌출이 되는 안테나의 경우에는 미관상의 이유로 인하여 상품성이 떨어지는 관계로 내장형 안테나인 인테나가 요구되고 있는 현실이다. 그리고 단말기가 소형화 및 슬림화 되는 현 시점에서 이러한 안테나의 슬림화 및 소형화가 필수적으로 요구된다.

이러한 목적으로 최근에는 모노폴 안테나와 이를 개선한 평면 역 에프 안테나(PIFA : Planar Inverted F Antenna) 등을 무선통신 단말기 내부에 내장형으로 부착함으로써 단말기의 외관 디자인을 미려하게 하고, 단말기를 소형화하며, 송수신 특성을 향상시키는 단계에까지 이르렀다[1].

그러나, 모노폴 안테나의 경우는 낮은 주파수 대역에서 그 임피던스 정합이 어렵다는 단점이 있으며, 평면 역 에프 안테나(PIFA) 역시 대역폭이 좁고 전류 밀도가 특정 지점에 밀집되어 전자파 인체 흡수율(SAR)이 높다는 문제점이 있다[2,3].

이러한 상기의 모노폴 안테나와 평면 역 에프 안테나(PIFA)의 단점을 개선하고 임피던스 정합과 대역폭 특성을 개선한 안테나로 루프방식의 안테나가 개발되었다[4,5]. 그러나 반파장의 길이를 사용하는 루프 안테나는 그 길이가 너무 길어 무선통신 단말기용 내장형 안테나로 사용하기에는 많은 제약이 따른다. 또한, 이러한 루프안테나는 다중대역의 실현을 위한 고차 모드의 공진 대역폭 특성이 좁아 실제 다중대역 안테나로서 사용하기에는 어려움이 많이 따르는 문제점이 있다[5].

최근에는 안테나의 외부에서 보상하는 루프방식으로 안테나를 구현하여 인테나로 사용하려는 노력을 시도하였으나, 기존의 고전적인 루프배치 방식에서는 인근루프간의 전자계의 방사 충돌로 인해 방사 특성이 악화되어 전체적으로 안테나의 개인이 나빠지는 결과를 초래하였다[6]. 이러한 인근 루프 패턴에서의 전자계 방사충돌을 막고 방사효율을 높이기 위하여 최근에 연구 보고된 좌우대칭 루프안테나 역시 850MHz 대역의 CDMA 대역을 커버 하는데 필요한 크기가 면적으로 가로×세로의 크기가 40×13mm 이며 두께는 6mm에 달해 기존의 PIFA안테나 보다

두께가 얇지 않아 사용용도가 제한적이다[5].

이런 이유로 인해 기존의 단말기 내부에 사용하는 인테나의 방법인 PIFA나 Patch 및 루프 안테나 역시 안테나의 크기 및 안테나의 두께가 높아, 소형화 및 슬림화를 추구하는 최근의 멀티미디어단말기에 사용하기에는 부적합한 면이 있다[7,8].

그 후 새롭게 개발된 박막형의 루프안테나에서는 소형으로 박막형의 안테나를 구현하기 위하여 위상 제어 루프배치방식이 제안되어, 각 루프코일을 위상 제어하기 위하여 1주기의 360도를 90도씩 패턴을 배치하고, 인근 90도 위상차이의 패턴을 가깝게 180도 위상차이를 멀게 배치하는 방법으로 루프패턴을 구현하여 발생하는 전자계의 방사의 흐름을 원활하게 하여 효율 높은 루프안테나가 구현되었으나, 두께 0.1mm 정도의 박막의 필름에 구현하는 패턴의 선폭 및 패턴과의 간격 피치가 너무 세밀하여 제작에 어려움이 많은 문제점이 대두되었다[9,10].

이러한 문제점을 해결하기 위하여 본 연구에서는 루프안테나의 배치를 프린트 기판의 상/하에 대칭으로 180도 위상차이가 나게 배치하여, 위상제어를 구현하여 프린트 기판의 한면에 배치되는 패턴의 수를 줄여 패턴폭을 넓혀 제작시의 난이도를 개선하면서 흐르는 전류특성을 개선하여 전파의 방사특성을 개선하고 소형으로 박막형의 안테나를 구현하였다.

2. 위상제어 루프안테나의 모델

본 연구에서 제안된 상/하 배치의 위상제어 루프 안테나에서는, 유전체기판 위에 루프패턴을 위상제어 형태로 형상화시켜, 그림 1과 같이 루프패턴의 1주기의 360도를 90도씩 4등분으로 분할하여 인접하는 180도 위상차이가 나는 루프패턴을 얇은 유전체 기판의 상하에 근접으로 배치시키고, 90도 위상차이가 나는 루프패턴은 동일한 기판 위에 서로 이격을 멀리하여 패턴을 배치시키는 방법을 제안하였다. 루프패턴의 급전은 상부패턴의 한 측면의 끝에서 하였으며, 하부패턴의 또 다른 한 측면의 끝을 스루홀로 가공하여 다시 상부로 올려내어 그라운드로 처리하였다. 상부패턴의 급전에서 가장 반대측의 다른 측면을 스루홀로 가공하여 아래측 그라운드 선로의 다른 측면과 연결하여 전체의 360도 위상을 가지는 하나의 루프를 형성한다.

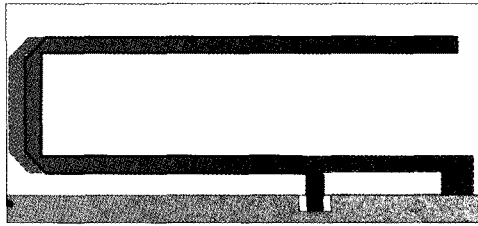


그림 1. 상/하 대칭 루프안테나 구조

이렇게 구성되면 그림 2와 같이 기관의 윗면에 위치한 상부패턴과 아래면에 배치된 하부패턴의 위상차이는 180도 차이가 나게 되고, 상/하부패턴의 모양이 U 자 모양으로 구성하여 한 측면에서 급전하게 되면 U 자의 다른 측면에는 그림 2와 같이 90도 위상차이가 나게 되고, 하부패턴역시 U 자 모양으로 상부패턴과 같은 모양으로 같은 위치에 배치하여 형성하면, 상부패턴의 한 측면과 다른 측면에서는 90도 위상차이를 가지게 되고, 상부와 하부의 패턴은 같은 모양으로 같은 위치에 상/하 다르게 배치되면 180도 위상차이를 가지게 된다. 이때 상부패턴의 한 측면은 급전으로 연결하고, 하부패턴의 한 측면은 그라운드로 연결하며, 상부패턴의 다른 측면과 하부패턴의 다른 측면을 서로 스루홀로 가공하여 연결을 시켜 하나의 1주기 360도를 가지는 루프를 형성한다.

상부패턴의 한 측면에서 급전된 신호는 하부패턴의 한 측면과 180도 위상차이를 가지게 되고 발산→흡수되는 전계는 그림 3과 같이 서로 도움주는 형태로 된다. 상부패턴의 다른 측면과 하부패턴의 다른 측면도 서로 180도 위상차이를 가지게 되어 발산→흡수되는 전계는 역시 동일하게 도움주는 형태로 된다. 이때 발생하는 자계의 방향은 급전부와 연결된 한 측면에서는 시계방향으로 발생되며, 반대측의 스

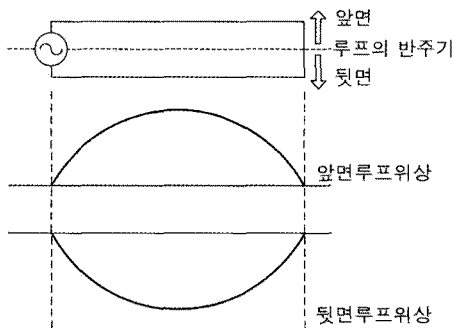


그림 2. 상/하 대칭 루프안테나에서의 전류방향 위상 배치도

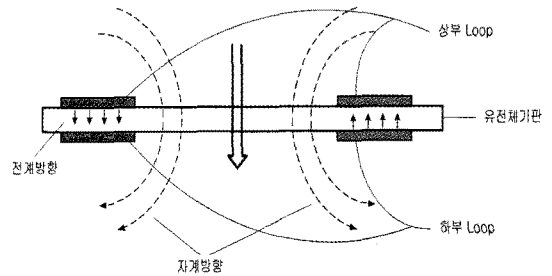
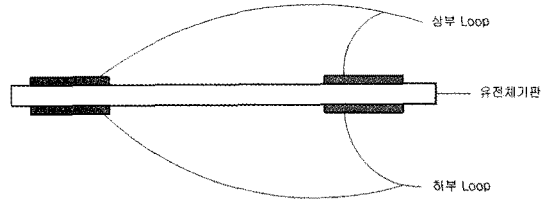


그림 3. 상/하 대칭 루프안테나에서의 전류 방향 및 전자기 방사 방향

루프홀이 연결된 다른 측면에서는 반시계 방향으로 발생되어, 기관의 측면에서 보게 되면 급전측과 스루홀측의 자계가 서로 밀어서 향하게 되어 좁은 공간에서도 같은 방향으로 밀어서 발산되어 동일한 방향으로 움직여 충돌이 발생되지 않아 원활하게 흐르게 된다.

이러한 상/하 대칭구조로 루프패턴을 배치하게 되면 얇은 유전체기관을 사용하여 기관의 상부와 하부에 대칭으로 인접하게 루프패턴을 형성하고, 1주기 전체 360도 위상 중에서 상부에 180도 위상을 배치하고 다시 하부에 나머지 180도 위상을 배치하여 각 상/하층에는 90도씩 일정간격을 띄어 전자기의 방사를 원활하게 하면, 좁은 공간에서도 원활한 방사가 일어나는 루프패턴을 만들 수가 있게 된다.

3. 상/하 대칭 루프안테나의 컴퓨터시뮬레이션

본 연구에서 제안된 상/하 배치의 위상제어 루프안테나에서는, 일반적으로 많이 사용되는 에폭시 재료의 유전체기관(FR-4)을 사용하여, 기관 위에 루프패턴을 위상제어 형태로 형상화 시키는 방법으로 모델링을 하였으며, 그림 4와 같이 패턴의 1주기의 360도를 90도씩 4등분으로 분할하여 인접하는 180도 위상차이가 나는 루프패턴을 얇은 유전체기관의 상/하에 밀착으로 배치시키고, 상부패턴 및 하부패턴은

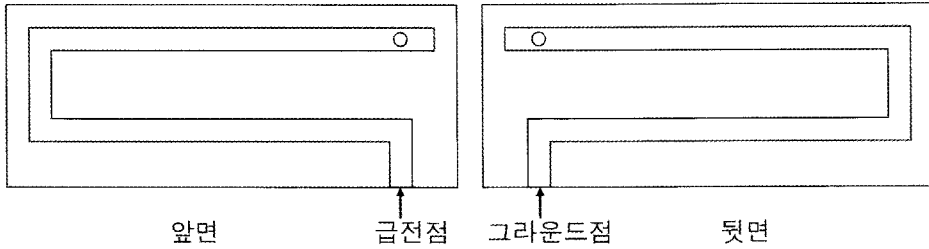


그림 4. 상/하 대칭구조의 루프패턴을 가지는 위상제어루프 안테나의 모델

동일한 기판 위에 서로 이격을 멀리하여 패턴을 90도씩 위상차이가 나게 배치시키는 방법으로 모델링하였다. 루프패턴의 급전은 상부패턴의 한 측면의 끝에서 하였으며, 하부패턴의 또 다른 한 측면의 끝을 스루홀로 가공하여 다시 상부로 올려내어 그라운드로 급전 처리하였다. 상부패턴의 급전에서 가장 반대측의 다른측 단면을 스루홀로 연결하여 아래측 그라운드 선로의 다른측 면과 연결하여 전체의 360도 위상을 가지는 하나의 루프를 형성하였다.

사용 기판은 일반적으로 고주파 회로에서 많이 사용하는 에폭시 재질로서, 크기 40×6mm 크기에 두께 0.2mm 의 FR-4 기판을 사용하여 0.8mm 폭의 동박을 이용하여 루프패턴을 모델링하였으며, 상/하 대칭구조로 급전점에서 시작되는 루프패턴은 기판의 한 측면을 지나 다른면의 외곽을 따라 길게 배치되고, 스루홀을 통하여 층을 바꾸어 상부패턴이 위치된 부분을 따라 하부패턴도 동일하게 배치된다. 상/하 층 전체 루프의 길이 172mm를 구현하여 HFSS를 이용하여 컴퓨터 시뮬레이션을 수행하였다. 이 시뮬

레이션을 통하여 얻어진 결과를 그림 5에 나타내었다. 원하는 기본 주파수에 해당하는 길이의 파장에 해당하는 루프패턴을 유전체기판 위에 형성하여 기본 주파수 850MHz에 공진되는 특성을 얻을 수 있었다. 기본 공진주파수 이외에도 루프패턴이 유전체기판 위의 끝면을 따라 배치되어 결합효과를 얻어 WCDMA 대역의 공진특성도 부가로 얻어짐을 확인할 수가 있다. 시뮬레이션에서는 루프안테나 밑에 80×40mm 동박의 기판을 배치시켜 방사를 좋게 하여 특성확인을 위한 시뮬레이션을 수행하였으며, 이때 기본 공진주파수 850MHz에서의 공진특성 이외에도 1500MHz에서 2.5GHz까지 1GHz 대역폭의 삽입손실이 -6dB 이상 얻어지는 부가공진특성을 얻게 되었다.

이때의 전파 방사특성을 그림 6과 그림 7에 나타내었는데, 그림 6은 850MHz에서의 방사특성으로 효율 60% 이상으로 피크게인 2dBi 이상, 평균게인 -1dBi 이상 얻어짐을 확인할 수가 있었다. 그림 7은 2GHz WCDMA 대역에서의 방사특성으로 효율 90% 이상 피크게인 2dBi 이상 평균게인 -0.5dBi 이상 얻어짐을

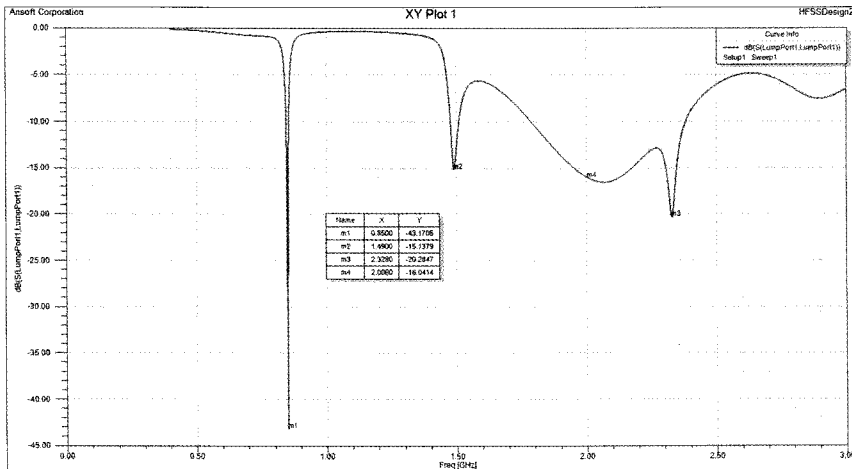


그림 5. 모델링한 상/하 대칭 루프안테나의 시뮬레이션 삽입손실(S11)특성

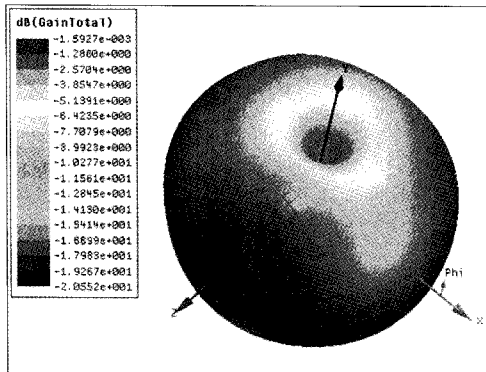


그림 6. 모델링한 상/하 대칭 루프안테나의 850MHz 방사 특성

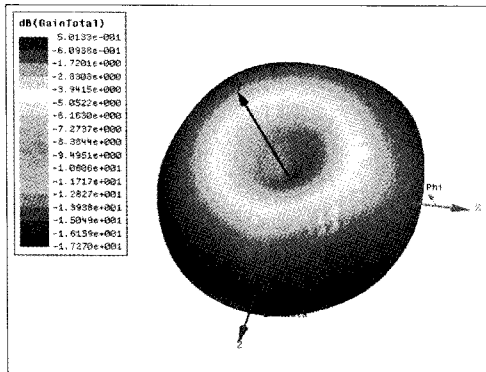


그림 7. 모델링한 상/하 대칭 루프안테나의 2160MHz 방사 특성

확인할 수가 있어, 효율 높은 소형 박막형 안테나가 됨을 짐작할 수가 있다.

이상의 컴퓨터 시뮬레이션을 통한 루프안테나의 방사특성을 주파수별로 정리하여 종합하여 표 1에

나타내었다. 이 표를 통하여 CDMA 850MHz부터 2GHz 대의 WCDMA 대역까지 단말기용 안테나로 사용이 가능함을 확인할 수가 있다.

4. 제작 및 측정결과

위에서 시뮬레이션한 CDMA850MHz 및 2GHz WCDMA 대역의 멀티미디어단말기용의 안테나를 에칭기법으로 그림 8과 같이 제작하였다. 사용한 재료는 일반적으로 많이 사용되는 비유전율 4.5, 두께 0.2mm인 양면동박의 FR-4 유전체기판으로서 이 기판 위에 에칭기법으로 위상제어 패턴을 형성하여 상/하 대칭 루프안테나를 제작하였다. 크기는 단말기에 적당하게 가로, 세로 40mm×6mm 위에 동박 두께 0.018mm로 동박폭 w=0.8mm로 제작하였다. 이 위상제어 루프안테나를 시뮬레이션 하였을 때의 방사특성은 그림 5와 같이, 원하는 850MHz 대역에서 -10dB 이하이며 그 대역도 60MHz 정도 벌어지는 것을 확인할 수가 있었는데, 실제 제작된 결과에서는 850MHz 대역에서 단말기 허용 기준인 -6dB 이하 범위의 대역이 50MHz 정도 벌어졌다. 또한, 2GHz의 WCDMA 대역에서는 -6dB 허용 범위의 대역이 1.6GHz~3.5GHz 정도 벌어졌으며, 이때 안테나의 패시브 방사특성은 그림 9와 같이 방사효율 50~79% 정도 벌어졌으며 안테나의 평균게인도 -1dBi 정도에서 -2dBi 정도 얻어져 우수한 안테나가 되었음을 알 수가 있다. 그러나 이러한 안테나를 대형 LCD 패널과 대형 배터리가 장착된 실제 상용의 멀티미디어단말기에 적용한 결과 WCDMA대역에서 벗어나 3GHz 대역으로 특성이 얻어져 튜닝을 통한 특

표 1. 모델링한 상/하 대칭 루프안테나의 주파수별 전파방사 시뮬레이션 결과

| Frequency [MHz] | Peak Value | | Avg. Gain [dBi] | Efficiency [%] |
|-----------------|------------|---------|-----------------|----------------|
| | Value[dBi] | Degree | | |
| 860 | 4.119 | 165/165 | -1.679 | 67.63% |
| 870 | 3.683 | 150/150 | -1.614 | 68.64% |
| 880 | 2.864 | 150/135 | -2.21 | 59.84% |
| 1890 | 3.41 | 030/345 | -0.519 | 88.32% |
| 1900 | 3.406 | 030/345 | -0.565 | 87.41% |
| 1910 | 3.247 | 030/330 | -0.695 | 84.83% |
| 2110 | 4.271 | 150/105 | -0.011 | 99.29% |
| 2120 | 3.775 | 150/105 | -0.271 | 93.52% |
| 2130 | 3.805 | 150/105 | -0.181 | 95.49% |

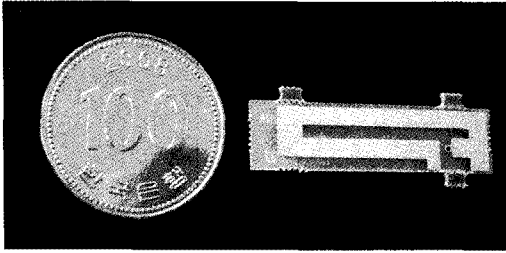


그림 8. 제작된 상/하 대칭 루프안테나

성개선이 필요함을 알 수가 있었다. 전체적으로 반사 손실 특성이 악화된 원인을 분석하면 먼저 시뮬레이션에서 고려하지 않았던 대형 LCD 패널과 대형 배터리의 원인이 크다고 생각되며 이외에도 RF Module 과 같은 회로 기판의 영향을 생각할 수가 있다. 3GHz 대역으로 벗어난 공진 주파수를 2GHz 대역으로 내리는 튜닝을 위해서는 주어진 패턴의 길이를 조절하게 튜닝과정을 반복 수행하여 원하는 2GHz 대역의 HSDPA대역을 만족시켰다. 이러한 공진주파수의 미조정 및 특성향상을 위하여 패턴에 스타브를 조절하여 특성을 맞추어 그림 10과 같이 WCDMA주파수 특성을 개선하였으며, 이때의 주파수 대역은 WCDMA HSDPA 대역을 전부 포함하는 1910MHz ~2180MHz까지 삽입손실이 우수하게 얻어졌음을 그림 10을 통하여 확인할 수가 있다. 제작된 상/하 대칭 루프안테나를 그림 11과 같이 멀티미디어단말

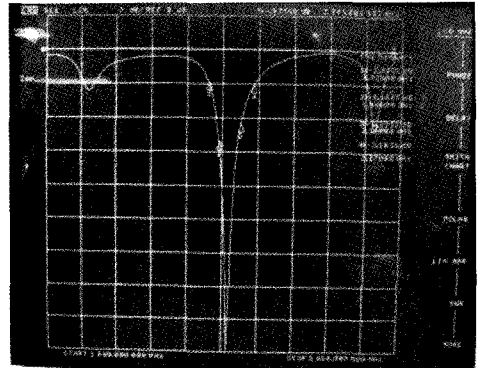


그림 10. 제작된 상/하 대칭 루프안테나의 삽입손실(S11) 특성

기에 부착하여 챔버에 넣어 3-D Active 실험을 실시하여 이때의 방사특성은 그림 12에서 볼 수가 있다. 이때 HSDPA 주파수 대역인 1920MHz~2180MHz까지의 주파수를 넣어 단말기에서 출력을 송신하고, 계측기에서 단말기에서 송신한 출력을 측정하는 TRP 실험을 실시하고, 다시 계측기에서 발신한 송신 신호를 단말기에서 어느 정도 감도로 읽혀지는가를 확인하는 TIS 실험을 실시하였다. 얻어진 TRP와 TIS 실험에서 송신출력은 1922MHz~1980MHz HSDPA 주파수 대역에서 출력 21dBm으로 발신되는 것을 확인할 수가 있으며, 수신감도는 2120MHz~2170MHz 까지 감도 -100dBm 신호를 복호화 할 수 있음을 확

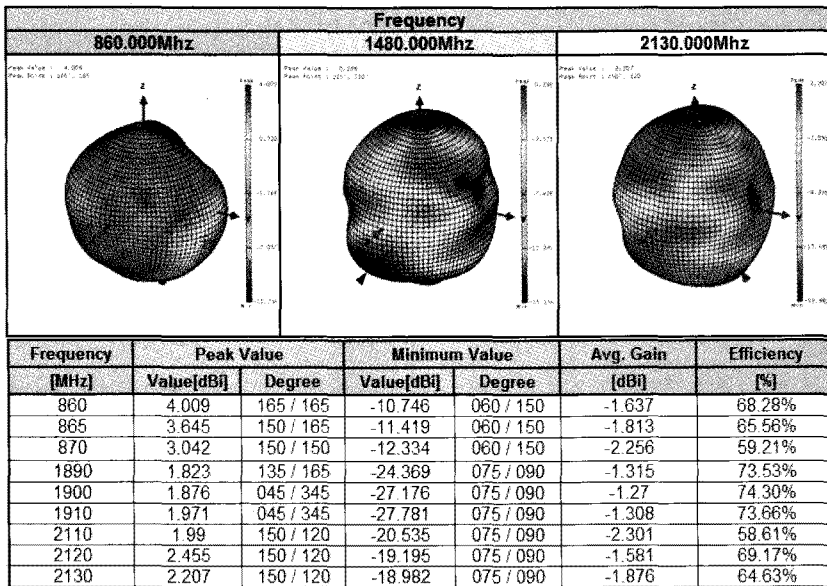


그림 9. 제작된 상/하 대칭 루프안테나의 방사특성

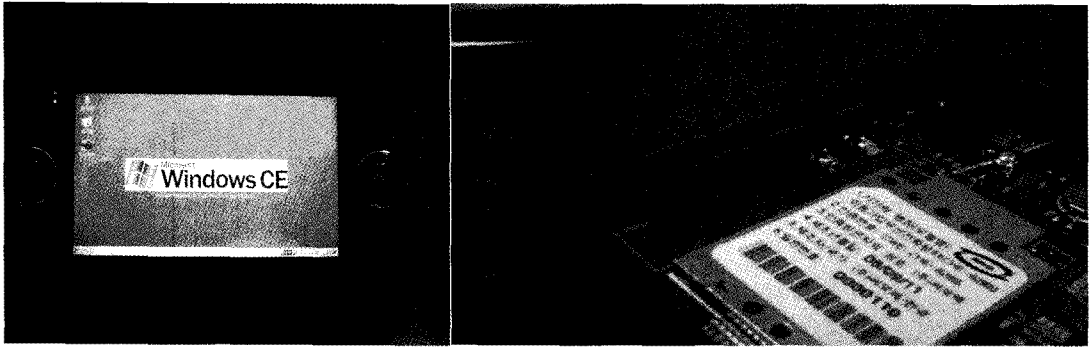


그림 11. 제작된 상/하 대칭 루프안테나를 사용한 멀티미디어 단말기 외관 및 내부모습

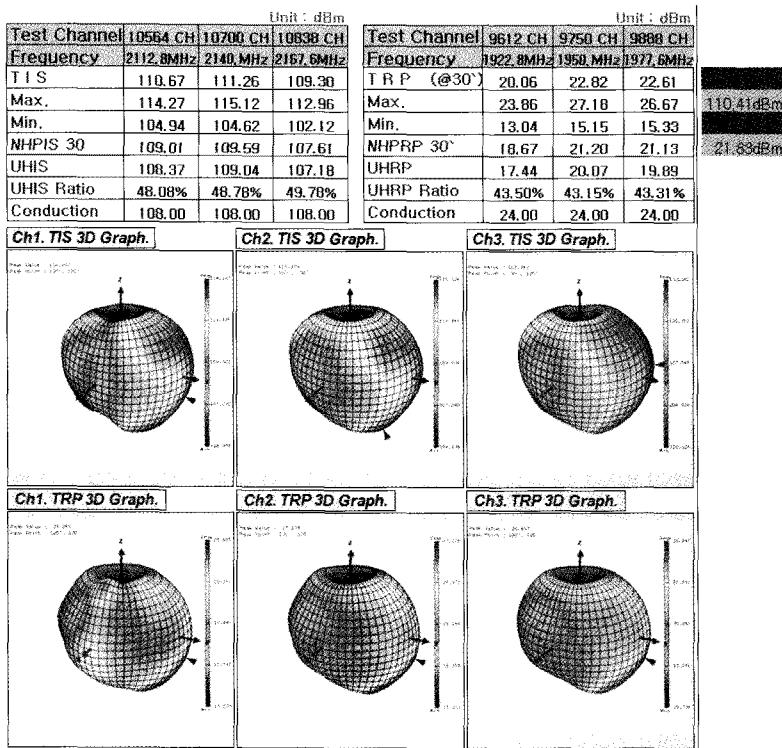


그림 12. 상/하 대칭 루프안테나를 사용한 멀티미디어단말기의 주파수별 방사(TRP/TIS) 특성

인하였다.

실험에서 멀티미디어단말기에 부착된 전지의 영향을 줄이기 위하여 일정한 간격을 유지하였으며, 단말기 앞 판넬에 부착된 LCD 역시 그라운드와 같은 효과를 내어 안테나 전파 방사에 나쁜 악영향을 미치는 것을 확인하였다. 이 때문에 단말기에서 크기가 상대적으로 대형인 부품의 영향을 줄이기 위한 패턴의 튜닝이 필요하였으며 이러한 튜닝의 결과 주어진 주파수대역에서 삽입손실을 낮출 수 있었으며, 방사

특성도 개선이 됨을 확인할 수가 있었다. 그러나 주어진 단말기에서 3면 이상이 그라운드로 둘러싸인 상황에서의 개선에 어려움이 많아 전체적인 방사특성은 안테나 단품으로의 특성인 60~90% 보다 열악한 43% 내외가 되었다.

그러나 이러한 특성도 기존의 안테나인 PIFA보다는 우수한 특성이 얻어짐을 알 수가 있었으며, 기존의 PIFA보다 더욱 소형으로서 특성이 개선됨을 확인할 수가 있었다.

표 2. 상/하 대칭 루프안테나를 사용한 멀티미디어단말기의 주파수별 방사(TRP/TIS) 특성

| | | PIFA Antenna | 상/하 대칭 위상제어 루프 Antenna |
|----------------|-------------------|---------------------|------------------------|
| Passive (VSWR) | TX | peak 2.25:1 | 2.1Ghz 1.4:1 |
| | | Band Width 5:1 | 1.92~2.21Ghz 5.5:1 |
| | RX | peak 5:1 | 2.1Ghz 1.4:1 |
| | | Band Width 5:1 | 1.92~2.2Ghz 5.5:1 |
| Active | TX(TRP) (효율) | 19dBm (40%) | 20dBm (50%) |
| | RX(TIS) (효율) | -104.71dBm (33%) | -104.98dBm (35%) |
| | 효율 (TX, RX 평균) | 36.5% | 42.5% |

5. 결 론

위에서 제시한 바와 같이 본 연구에서는 40mm×6mm×0.2mm의 에폭시 유전체기판 위에 두께 0.018 mm의 동박을 에칭기법으로 패턴을 기판의 상/하 대칭으로 형성하여, 상/하 대칭 루프패턴의 방향을 서로 180도 위상차이를 가지게 패턴을 배치하고, 동일한 상부패턴과 하부패턴에서는 서로 90도 위상차이를 가지는 상/하 대칭 루프안테나를 설계, 제작하여 상용의 멀티미디어단말기에 부착하여 동작시험을 하였다. 제작된 상/하 대칭 루프안테나는 안테나 단독으로는 효율 50~70% 까지 얻어졌으며, 피크게인 2dBi, 평균게인 -1dBi 정도의 성능이 얻어졌으나 배터리와 LCD 패널이 전체단말기의 6면중 3면의 대부분을 차지하는 상용의 멀티미디어 단말기에 적용하였을 경우에는 평균 방사 효율이 43%로 줄어들었으며 평균게인도 -4dBi를 초과하는 정도로 측정되었다. 그러나 기존의 PIFA안테나에 비해서는 부피가 매우 소형으로 제작이 되었으며 방사효율도 기존의 PIFA가 37% 얻어지는 것에 비해서 43%로 높아졌으며 통신인증규격인 TRP 및 TIS도 -104dBm 및 21dBm으로 실용화에 충분히 사용이 가능함을 보였다.

이러한 상/하 대칭의 루프안테나의 경우에는 얇은 유전체기판 위에 동박을 에칭하여 형성할 수가 있어, 제조공정이 단순하고 제조가 손쉬우면서도 방사특성이 우수하고 개인 특성이 좋은 소형의 박막형의

안테나를 구현할 수가 있어 휴대폰 등 멀티미디어 단말기에 편리하게 사용 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 青野 幹雄, マルチバンド/廣帯域アンテナの 効率的な設計技術, 日本技術情報センター, 日本東京, 2006.
- [2] Kin-Lu Wong, *Compact and Broadband Microstrip Antennas*, Wiley-Interscience, USA, 2002.
- [3] Ramesh Garg et. al, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, Boston & London, 2001.
- [4] 손원국, 최익권, “지상파 DMB용 다중 권선 Loop 안테나,” 한국전자과학회논문지, 제19권, 제5호, pp. 501-505, 2008.
- [5] 이영중, 이진성 외, “다중 대역 이동 통신 단말기용 내장형 루프 안테나 설계,” 한국전자과학회논문지, 제16권, 제9호, pp. 917-925, 2005.
- [6] 築地 武彦, 電波・アンテナ工学入門, 総合電子出版社, 日本東京, 2002.
- [7] 後藤 尚久, 図説・アンテナ, 電子情報通信學會, 日本東京, 1997.
- [8] 羽石 操 他, 小形・平面アンテナ, 電子情報通信學會, 日本東京, 1996.
- [9] 신천우, “멀티미디어단말기용 박막형 위상제어

루프 안테나,” 멀티미디어학회논문지, 제12권, 제7호, pp. 971-978, 2009.

- [10] 신천우, “멀티미디어단말기용 박막형 다중주파수 안테나,” 멀티미디어학회논문지, 제12권, 제9호, pp. 1288-1296, 2009.



신 천 우

1984년 영남대학교 전자공학과
공학사

1987년 영남대학교 전자공학과
석사

1996년 일본 오사카대학 기초공
학부 시스템 공학박사

1996년~1999년 동명정보대학교 정보통신공학과 조교수
및 부설 센서기술연구소소장

1999년~현재 경성대학교 정보통신공학과 교수

관심분야: 밀리미터웨이브, 초고주파통신시스템, RF 회
로설계, 스마트안테나