

# 멀티미디어단말기용 박막형 위상제어루프 안테나

신 천 우<sup>†</sup>

## 요 약

본 연구는 위상제어형 루프안테나에 관한 것으로서, 유전체기판 상에 에칭기법이나 프린트기법으로 루프 안테나용 동박패턴을 제작함에 있어, 루프에서 발생하는 전자계가 서로 보완위상이 되게 배치하여, 인접하는 루프패턴 간에서 방사되는 전자계가 서로 충돌하지 않게 방사되는 위상제어형 루프코일 배치에 관한 것이다. 이 방법으로 인접하는 각 루프코일이 서로 보완위상으로 배치되어 전자계가 원만하게 방사되어, 방사 손실이 없고 방사 효율이 뛰어나게 된다. 또한 복수 개의 각 루프코일의 길이를 서로 달리함으로써, 각 루프코일의 길이가 달라짐에 따라 공진주파수가 달라지고, 이러한 공진점이 다른 루프코일을 밀결합 시킴으로써 공진주파수 대역을 넓게 할 수 있고, 원하는 대역만큼 조절할 수가 있게 된다. 이로 인하여 크기 20mm×20mm 이하의 사이즈에, 두께 0.4mm 이하의 박막의 유전체기판에 CDMA850 휴대폰대역 및 PCS, WCDMA 등의 안테나를 구현하여 개인 0dBi 이상 방사효율 60% 이상의 안테나를 구현할 수가 있다.

## Phase Controlled Thin Film Loop Antenna for Multi-media Devices

Cheon Woo Shin<sup>†</sup>

### ABSTRACT

The paper is a phase controlled loop antenna for multi-media devices. We developed a 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 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 multiple phase controlled loop pattern that has a different length each other. Different length for each other loop pattern cause a different frequency that we can acquire a wide band width for loop antenna from close adhesive phase control. In experiment, we designed a CDMA850 mobile multi-media antenna in 20mm×20mm area thickness 0.4mm, the radiation efficiency is over 60% and radiation gain is over 0dBi.

**Key words:** Loop Antenna(루프안테나), Phase Control(위상제어), Thin Film Antenna(박막형 필름안테나), CDMA Antenna(CDMA안테나)

### 1. 서 론

최근에 PMP, 스마트폰 등의 멀티미디어단말기의 발달로 인하여 무선통신이 가능한 단말기의 요구가 늘고 있다. 소형의 멀티미디어단말기의 외부에 돌출

이 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.

\* 교신저자(Corresponding Author) : 신천우, 주소 : 부산광역시 남구 내연3동 314-79(608-736), 전화 : 051)663-5151, FAX : 051)628-4476, E-mail : cwshin409@paran.com  
접수일 : 2009년 2월 16일, 완료일 : 2009년 4월 8일

<sup>†</sup> 종신회원, 경성대학교 멀티미디어통신공학과 교수  
\* "이 연구는 2004학년도 경성대학교 연구년 지원에 의하여 수행되었음"

이제까지는 무선통신 단말기의 안테나로는 헬리컬 안테나와 휩 안테나가 결합된 형태의 안테나가 가장 많이 사용되고 있으며, 이는 무선통신 단말기 본체의 외부에 돌출형으로 구비되는 외장형 안테나이다. 그러나 이러한 돌출형의 안테나를 사용하게 되면 안테나와 접합부분의 부품들이 많아 조립공정 및 부품관리가 어렵고, 외부의 충격에 의해 안테나가 쉽게 손상을 입을 수 있는 문제점이 있어 사용이 불편하며 미려한 디자인의 단말기의 제작에 어려움이 있다.

따라서, 최근에는 위와 같은 외장형 안테나의 문제점을 개선하기 위하여 모노폴 안테나, 루프 안테나 및 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 있다 [1,2]. 따라서 이러한 모노폴 안테나의 단점을 개선하기 위하여 사용되는 내장형 안테나가 바로 평면 역 에프 안테나(PIFA)이다[3]. 그러나 이러한 평면 역 에프 안테나(PIFA) 역시 대역폭이 좁고 전류 밀도가 특정 지점에 밀집되어 전자파 인체 흡수율(SAR)이 높다는 문제점이 있다[4,5].

이러한 상기의 모노폴 안테나와 평면 역 에프 안테나(PIFA)의 단점을 개선하기 위하여 임피던스 정합과 대역폭 특성을 고려한 안테나가 루프 안테나이다 [2,6-8]. 그러나 반파장의 길이를 사용하는 루프 안테나는 그 길이가 너무 길어 무선통신 단말기용 내장형 안테나로 사용하기에는 많은 제약이 따른다. 또한, 이러한 루프 안테나는 다중대역의 실현을 위한 고차 모드의 공진 대역폭 특성이 좁아 실제 다중대역 안테나로서 사용하기에는 어려움이 많이 따르는 문제점이 있다[4]. 최근에는 안테나의 외부에서 보상하는 루프 방식으로 안테나를 구현하여 인테나로 사용하려는 노력을 시도하였으나, 기존의 고전적인 루프배치 방식에서는 인근루프간의 전자계의 방사 충돌로 인해 방사특성이 악화되어 전체적으로 안테나의 게인이 나빠지는 결과를 초래하였다[7]. 이러한 인근 루프 패턴에서의 전자계 방사충돌을 막고 방사효율을 높이기 위하여 최근에 연구 보고된 좌우대칭 루프 안테나 역시 850MHz 대역의 CDMA 대역을 커버 하는데 필요

한 크기가 면적으로 가로×세로의 크기가 40×13mm이며 두께는 6mm 에 달해 기존의 PIFA안테나 보다 두께가 얇지 않아 사용용도가 제한적이다[8].

이런 이유로 인해 기존의 단말기 내부에 사용하는 안테나의 방법인 PIFA나 Patch 및 루프 안테나 역시 안테나의 크기 및 안테나의 두께가 높아, 소형화 및 슬림화를 추구하는 최근의 멀티미디어단말기에 사용하기에는 부적합한 면이 있다[1,7,8].

본 연구는 위에서 열거된 여러 안테나들의 문제점을 제거하고, 소형으로 박막형의 안테나를 구현하기 위하여 기존의 루프안테나에서의 코일배치 방식과 전혀 다른 새로운 위상제어루프배치방식을 제안하고, 이 방식으로 단말기 내장형의 인테나 방식에 적용하여, 특히 루프코일의 배치를 적절하게 함으로 인해 각 루프코일에서 발생하는 전자계의 방사의 흐름을 원활하게 하여 효율 높은 루프안테나를 구현하는 방법에 관한 것이다. 이로서 본 연구에서는 기존의 PIFA 및 루프 안테나의 두께 6mm보다 훨씬 얇은 두께 0.1mm 이하의 박막의 필름이나 얇은 PCB 위에 패턴을 인쇄 혹은 에칭기법으로 안테나를 구현하여 최종적으로 멀티미디어단말기의 슬림화를 구현할 수 있는 방법을 제안한다.

## 2. 위상제어루프안테나의 모델

일반적인 그림 1과 같은 루프안테나의 경우에는 루프패턴이 가지는 길이와 코일성분인 인덕턴스와 콘덴서성분인 캐패시턴스 성분을 이용하여 공진특성을 얻게 되는데 이 경우에는 공진점이 샤프하여 공진대역폭이 좁고, 게인이 낮은 단점이 있다[7].

이러한 이유는 루프코일의 배치방식에서 그 원인을 찾을 수가 있는데, 그림 1에서 나타난 루프코일에서 루프코일의 단면을 A-A'와 같이 자르면 그림 2와 같이 루프코일에서 패턴의 전류방향을 알 수가 있다. 그림 2와 같은 루프코일의 전류 방향에서는 프래밍의 법칙에서 알 수가 있듯이 루프의 좌측부분에서 전류가 나아갈 때는 전계는 방사되고 루프의 우측부분에서 전류가 들어올 때에는 전계가 들어오게 된다. 또한, 그림 3의 좌측부분과 같이 전류가 나가는 패턴에서는 자계는 시계 방향으로 회전하게 된다. 이때 그림 2의 좌측패턴에서와 같이 모든 루프코일의 방향이 모두 전류가 나가는 방향으로 향하게 되어 이때

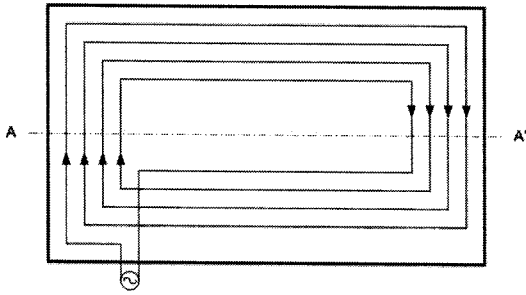


그림 1. 일반적인 루프형 안테나의 루프패턴 배치

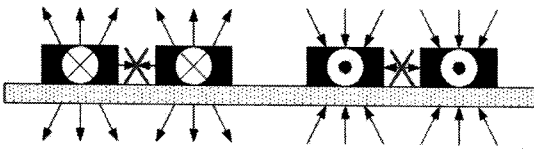


그림 2. 일반적인 루프 안테나에서의 전류방향 및 전계 방사 방향

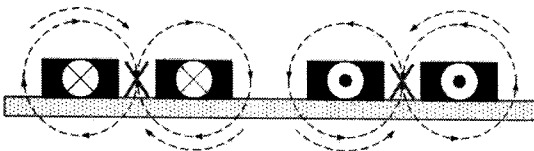


그림 3. 일반적인 루프 안테나에서의 전류방향 및 자계 방사 방향

각 루프에서 나오는 전계가 서로 인접한 루프에서 나오는 전계와 서로 부딪쳐 충돌하게 된다. 또한, 그림 2의 우측패턴에서는 모든 루프패턴의 방향에서 나오는 전계는 들어가는 방향으로 방사되게 되므로 인접한 패턴에서 방사되는 전계는 모두 들어가는 형태가 되므로 서로 부딪쳐 충돌하게 된다. 뿐만 아니라, 그림 3의 좌측부분과 같이 서로 같은 방향으로 나가는 루프들에서 나오는 자계는 모두 시계 방향으로 회전하게 되는데 이때 인접한 루프에서 나오는 자계들이 서로 부딪치게 되어 충돌이 발생한다. 그림 3의 우측부분에서도 이와 같이 인접한 루프패턴에서 방사되는 자계는 모두 반시계 방향으로 회전하며 방사되어 인접루프 사이에서는 양 인접루프에서 나오는 자계의 방향이 서로 180도 차이가 남으로 인해 부딪쳐 충돌하게 된다.

이러한 인접루프패턴 간에 방사되는 전자계의 충돌현상으로 인해 복수개의 루프를 인접시켜 놓은 경우에는 각 루프에서 나오는 전계와 자계가 서로 충돌하여 원만한 방사가 일어나지 않아 전파방사효율이

떨어지게 된다. 이 때문에 루프안테나의 특성은 방사효율이 떨어지며 안테나의 삽입손실이 나빠 매칭에 손실이 많이 발생한다. 또한, 루프안테나의 특성을 개선하거나 특정한 주파수에 맞추기 위하여 콘덴서나 코일을 부착하여 공진특성을 이용하는 경우도 있는데, 이때에는 공진점이 샤프하게 되어 사용주파수의 범위가 매우 좁아 지상파 DMB나 TV 등 광대역 통신기의 안테나로는 부적합한 특성을 가지게 된다.

위와 같이 인접한 루프패턴에서 발생하는 전자계의 충돌로 인한 방사특성의 열화를 개선하기 위하여, 본 연구에서는 그림 4와 같이 사용주파수의  $\lambda/2$  길이로 루프패턴을 형성하는데, 급전점에서 시작되는 점에서  $\lambda/2$  길이의 최외각의 나가는 1차루프패턴( $1/2$ )과  $\lambda/2$  길이의 되돌아오는 1차루프패턴( $2/2$ )으로 1차루프패턴을 간격  $d$  를 가지고 밀착하여 형성한다. 급전점에서 나가는 1차루프패턴의 절반( $1/2$ )과 들어오는 1차루프패턴( $2/2$ )과는 180도 위상차이를 설정하게 되며, 처음 절반의 1차루프패턴과 나머지 절반의 1차루프패턴과는 서로 정반대 위상이면서 동일한 크기의 진폭을 가지는 형태로 배치되어, 방사되는 전계는 그림 5와 같이 서로 반대 방향으로 형성되어 방출-인입의 과정을 반복하게 된다. 또한, 자계의 방

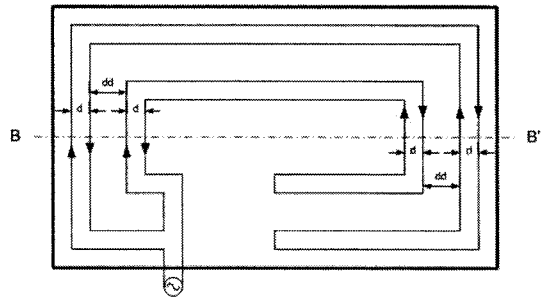


그림 4. 본 논문에서 제안된 위상제어루프 안테나의 루프배치

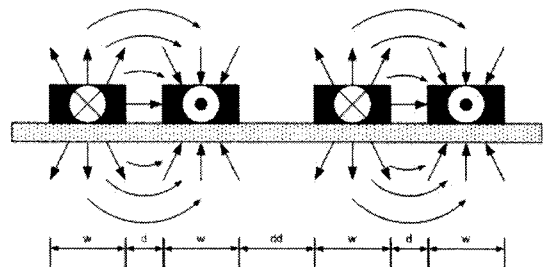


그림 5. 본 논문에서 제안된 위상제어루프 안테나에서의 전류 방향 및 전계방사방향

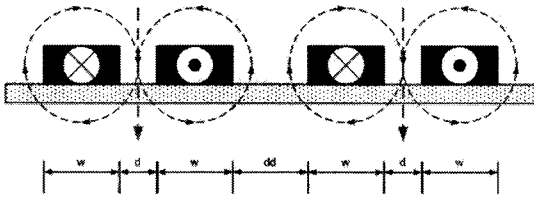


그림 6. 본 논문에서 제안된 위상제어루프 안테나에서의 전류 방향 및 자기방사방향

향은 그림 6과 같이 처음 반의 1차루프패턴에서는 시계방향으로 회전하고 다음 반의 1차루프패턴에서는 반시계방향으로 회전하여 두 루프패턴사이에서는 일정한 한 방향으로 합쳐져 위로 혹은 아래로 향하게 된다.

다음의 2차루프패턴도 급전점 위치의 나가는 2차루프패턴의 절반(1/2)과 들어오는 2차루프패턴의 절반(2/2)을 서로 180도 위상차이를 가지게 간격  $d$  를 가지고 밀착되게 패턴을 배치하고 위의 1차루프패턴과  $d$  보다 큰 일정한 간격  $dd$  를 가지게 2차루프패턴을 배치하게 되면, 이 나가는 2차루프패턴의 절반(1/2)과 들어오는 2차루프패턴의 절반(2/2) 사이에는 서로 정반대 위상이면서 진폭이 동일한 형태로 배치되어 방사되는 전계는 방출-인입의 과정을 반복하게 되고, 자계는 처음 반의 2차루프패턴에서는 시계방향으로 회전하고 다음 반의 2차루프패턴에서는 반시계방향으로 회전하여 두 루프패턴사이에서는 일정한 한 방향으로 합쳐져 위로 혹은 아래로 향하게 된다.

이렇게 1차루프패턴과 2차루프패턴을 연속적으로 반복하여 3차와 4차 루프패턴을 형성할 수가 있으며, 5차와 6차 등으로 연속하여 루프패턴의 숫자를 증가시켜 공진대역을 넓힐 수가 있게 된다. 이 경우 같은 차수의 인접하는 두 루프패턴 사이의 간격  $d$  는, 상호 한조의 전자계의 방향으로 순조롭게 흐르게 하기위하여 근접하게 밀착시킬 필요가 있으나, 다른 차수의 루프패턴들의 사이의 간격인  $dd$  의 경우에는  $d$  보다 충분히 크게 유지하여 인근 루프에서 발생하는 전자계가 서로 영향을 주지 않게 조절한다.

또한, 루프패턴이 배치되는 유전체기판의 크기를 줄이기 위하여, 각 루프패턴 중간에 절곡점을 두어 방향을 수차례 전환하여 루프의 끝점이 루프의 시작점 근처로 오게 유전체기판의 바깥 주위로 형성한다. 이렇게 루프패턴의 중간에 절곡점을 두어 사각형이나 둥글게 말아 루프패턴을 배치하게 되면 더욱 소형

의 박막형의 루프안테나를 만들 수가 있게 된다.

### 3. 위상제어안테나의 컴퓨터시뮬레이션

루프패턴을 안테나로서 특성을 가지기 위해서는 루프패턴의 길이와 파장과의 상관관계를 정의해야 되는데, 그림 7에서 유전체기판 위에 4차의 루프패턴을 직선으로 형성시키고, 첫 번째 차수의 루프패턴의 길이를  $L1$ 과  $L2$ 로 나타내고, 두 번째 차수의 루프패턴을  $L3$ 과  $L4$ , 세 번째의 루프패턴을  $L5$ ,  $L6$ 으로 네 번째 루프패턴을  $L7$ ,  $L8$ 로 나타내어, 안테나의 공진 특성을 살펴보면 각  $L$ 의 길이가 공진주파수의  $\lambda/2$ 로 일치하고 각 차수의 한조의 루프패턴의 도합 길이는 사용주파수의  $\lambda$  가됨을 알 수가 있어, 식  $L=\beta(\lambda/2)$ 로 나타낼 수가 있다.

이렇게 하여 루프안테나 루프패턴의 길이와 공진주파수와의 관계데이터를 표 1과 같이 나타낼 수가 있다.

이 표 1에서 알 수가 있듯이 루프패턴의 길이가 길면 공진주파수가 낮아지고, 루프패턴의 길이가 짧아지면 공진주파수가 높아지는 것을 알 수가 있다. 여기서 루프패턴의 길이  $L$ 을 100mm~500mm까지 변화시켜 얻어지는 공진주파수는 761MHz~159MHz로 변화됨을 알 수가 있다. 이때  $\beta$ 는 결합계수로서

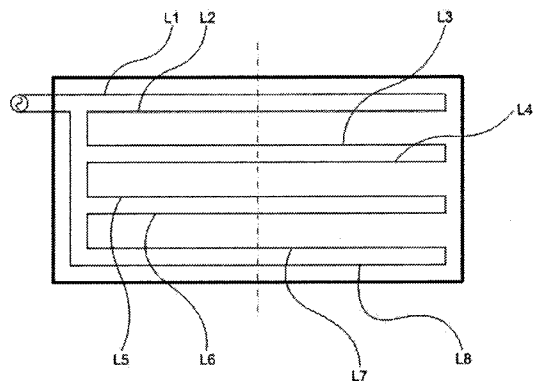


그림 7. 4차의 루프패턴을 가지는 위상제어루프 안테나의 모델

표 1. 컴퓨터 시뮬레이션에 의한 루프패턴의 길이와 공진주파수와의 상관관계

루프코일길이 L(mm)	100	200	300	400	500
공진주파수(MHz)	761	384	265	199	159

유전체기판의 두께와 유전율, 루프패턴의 간격  $d$ 와 다음 루프패턴 간의 간격  $dd$ 와의 상호결합에 의하여 구해진다.

그림 7과 같은 직선의 루프패턴을 형성시킬 경우에는 서로 공진점이 일치하여 광대역 특성을 얻기가 곤란하나, 그림 8과 같이 직선의 모양이 아닌 사각형 등의 모양으로 변형하게 되면 각 차수에서의 루프패턴의 길이가 서로 다르게 된다. 즉 그림 7과 같은 직선의 루프패턴에서는  $L1=L2=L3=L4\cdots$  로 되나, 그림 8과 같이 루프패턴을 변형시켜 패턴을 형성시킨 경우에는  $L1>L2>L3>L4\cdots$  의 형태로 변하게 되어 내부로 갈수록 길이가 줄어들게 되어, 공진주파수가 서로 다르게 된다. 즉 가장 바깥쪽의 1차 루프패턴인  $L1$  및  $L2$ 가 형성하는 공진주파수는 그 길이에 맞게 낮은 주파수에서 형성이 되고, 2차 루프패턴인  $L3$  및  $L4$ , 3차 루프패턴인  $L5$ 와  $L6$ , 4차 루프패턴인  $L7$  과  $L8$  등 안으로 들어가는 루프일수록 공진주파수가 높게 된다. 이러한 서로 다른 공진주파수들을 서로 밀결합 시키게 되면 서로 다른 인근의 공진주파수들이 결합하여 광대역 특성을 가지게 된다.

이 길이가 서로 다른 루프패턴을 이용한 밀결합 효과의 광대역 특성을 표 2에서 확인할 수가 있다. 여기서 두께  $t=0.4\text{mm}$ 이고 사이즈가  $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ 인 FR-4 유전체기판 위에 에칭기법으로 루프패턴을 형성시켜,  $w=0.7\text{mm}$ ,  $d=0.01\text{mm}$ ,  $dd=0.06\text{mm}$ 로 하고,

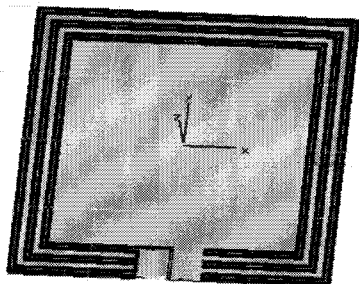


그림 8. 모델링한 CDMA850 안테나

$L$ 을  $75\text{mm}$ 로 하여 같은 루프 차수  $N$ 의 변화에 따른  $-6\text{dB}$ 대역폭 변화 및 그때의  $S11$  변화 데이터이다.

여기서 루프차수  $N$ 이 많을수록 밀결합 효과에 의한 대역폭이 넓어짐을 확인할 수가 있으며, 특히 같은 루프차수  $N$ 이 짝수인 경우의 대역폭이 넓으며  $S11$ 이 좋아지는 것을 확인할 수가 있다.

이러한 밀결합 특성을 얻기 위하여 루프패턴의 폭  $w$ 와 각 루프 간의 루프패턴 간격  $d$ 와 루프패턴들 간의 간격  $dd$ 를 적절하게 조절할 필요가 있는데, 하나의 루프 간격인  $d$ 는 가능한 밀착을 시켜 결합도를 높여 전자계 흐름을 원활하게 하고, 루프패턴들 간의 간격인  $dd$ 는 전자계의 흐름이 서로 방해받지 않게 가능한 한 멀리 띄운다. 이렇게 루프패턴을 배치함으로써 인해 각 루프패턴에서 발생하는 전자계가 서로 보완위상으로 되고, 각 루프패턴에서 공진하는 공진점이 밀결합 특성을 갖게 되어 대역폭이 넓은 안테나를 형성하게 된다. 대역폭을 늘리기 위해서는 루프패턴의 턴수를 늘리고 결합도를 조정하여 원하는 대역폭과 방사 효율을 설정할 수가 있게 된다.

본 연구에서는 그림 8과 같은 모양의 CDMA850 안테나를 기준모델로 정하여  $20\text{mm}\times 20\text{mm}$ 의 크기의 유전체기판 위에 위상제어패턴을 시뮬레이션을 하여, 위에서 제시한 기법을 이용하여 위상제어 루프 안테나를 설계하고, 시뮬레이션 한 결과 다음과 같은 특성을 얻어 그 결과를 나타낸다. 시뮬레이션 결과에서의 위상제어루프안테나의 삽입손실은 그림 9와 같이  $850\text{MHz}$  대역에서  $-10\text{dB}$  정도의 특성을 나타내며, 대역은  $50\text{MHz}$  이상 얻을 수가 있었다. 이때의 루프패턴에서 위상제어특성이 나타나는 것을 그림 10과 그림 11에서 볼 수가 있는데, 그림 10에서 나타난 바와 같이 인접패턴사이에서 방사되는 전계가 서로 밀고 당겨 충돌 없이 하나의 패어가 형성이 됨을 알 수가 있다. 또한, 그림 11에서 인접한 루프패턴에서 위상제어가 됨으로 인해 인접한 루프에서 방사되는 자계가 서로 동일한 방향으로 충돌 없이 흐르는 것을 알 수가 있다. 그리고 이때의 3-D 방사패턴은

표 2. 루프차수 변화에 의한  $800\text{MHz}$  루프안테나의 밀결합 효과에 의한 대역폭 변화

루프차수(N)	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20
Band Width (MHz)	14	23	24	41	28	65	26	59	81	105	35	129	28	159	25	189	20	217
S11(dB)	-3.8	-10	-5.5	-10.2	-6.6	-18.6	-7.2	-12	-6.8	-16.6	-6.3	-20	-6.9	-20	-7.5	-18.3	-7.6	-21.4

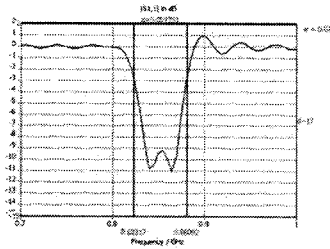


그림 9. 모델링한 안테나의 삽입손실(S11)특성

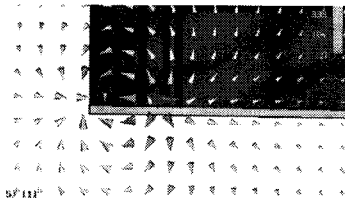


그림 10. 모델링한 위상제어루프안테나에서의 전계방사특성

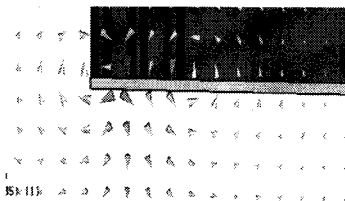


그림 11. 모델링한 위상제어루프안테나에서의 자기방사특성

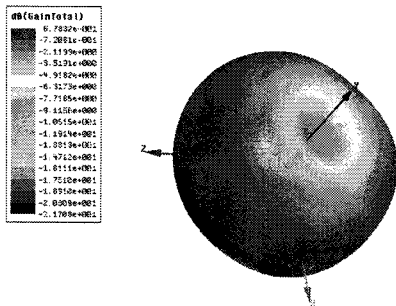


그림 12. 모델링한 위상제어루프안테나에서의 전파방사 시뮬레이션 결과

그림 12와 같이 Y 축을 중심으로 등극계 잘 방사됨을 알 수가 있다. 이때의 게인은 0dBi 이상이며, 방사효율은 60% 이상이 되었다.

4. 제작 및 측정결과

위에서 시뮬레이션한 CDMA850MHz 대역의 멀티미디어단말기용의 안테나를 에칭기법으로 제작하

였다. 일반적인 FR-4의 재료로 두께 0.4mm의 유전체기판 위에 에칭기법으로 8차의 위상제어패턴을 형성하여 위상제어 루프안테나를 제작하였다. 사용한 유전체기판은 두께가 0.4mm, 비유전율이 4.5, 크기가 20mm×20mm 위에 동박 두께 0.035mm, 동박의 폭 w=0.7mm, 인접 패턴의 간격 d=0.01mm, 그룹패턴간격 dd=0.06mm 로 제작하였다. 이 위상제어 루프안테나를 시뮬레이션 하였을 때의 방사특성은 그림 9와 같이 원하는 850MHz 대역에서 -10dB 이하로 내려가는 것을 알 수가 있으며, 그 대역도 60MHz 이상 얻어지는 것을 확인할 수가 있었는데, 실제 제작된 결과에서는 주파수 850MHz에서 -6dB 대역이 62MHz로 시뮬레이션과 유사함을 알 수가 있었다. 제작된 안테나를 그림 14와 같은 멀티미디어단말기에 부착하여 시험을 하였으며, 이 위상제어루프패턴 안테나를 3-D 챔버에서 방사특성을 측정하여 그림 13과 같이 방사특성을 얻을 수가 있었다. 표 4에 나타난 결과 특성과 같이 전체적으로 방사효율이 60~70% 정도 얻어져 양호한 방사가 됨을 알 수가 있다. 또한, 안테나의 게인은 피크로 4dBi 전후가 얻어졌으며, 평균게인도 -2dBi 이상 얻어져 충분히 소형의 멀티미디어단말기용의 안테나로 사용이 가능함을 알 수가 있다.

이렇게 얻어진 위상제어루프안테나의 특성을 기존의 타 안테나와 비교하면 다음 표 3과 같은 특성을 얻을 수 있다. 850MHz CDMA 대역을 공진하는 것을 기준으로 기존의 시판되는 “A” 사의 PIFA안테나의 결과와 참고문헌 [8]에서 제안한 좌우대칭 Loop Antenna 방식과 본 연구에서 제안한 방식인 위상제어루프 안테나와의 결과비교가 나타나 있다. 표 3에서 나타난 것과 같이 기존의 PIFA 방식을 100으로 기준하여 비교하면, 그 체적의 크기가 1.4%에 해당하고 참고문헌 [8]에서 제안한 좌우대칭 루프안테나

표 3. 기존의 PIFA안테나 및 좌우대칭 루프안테나와 본 연구 결과와의 비교

기술명	평면면적 (mm)	두께 (mm)	체적 (mm <sup>2</sup> )	크기비교 (PIFA기준, %)
PIFA안테나	40×10	7	2800	100
좌우대칭 Loop Antenna	40×13	6	3120	111
위상제어루프 안테나	20×20	0.1	40	1.4

표 4. 제작된 위상제어루프안테나의 주파수별 방사효율 및 게인 특성

Frequency [MHz]	Peak Value		Minimum Value		Avg. Gain [dBi]	Efficiency [%]
	Value[dBi]	Degree	Value[dBi]	Degree		
865	4.798	165/150	-14.987	060/135	-1.277	74.19%
870	4.547	150/135	-14.829	060/135	-1.263	74.42%
875	4.059	150/135	-14.565	060/135	-1.577	69.24%

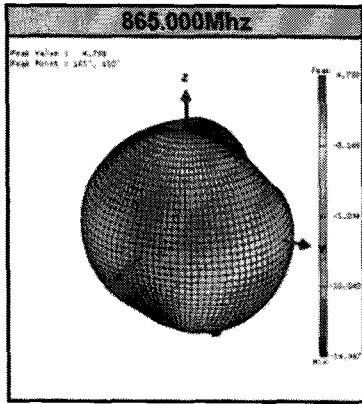


그림 13. 제작된 위상제어루프안테나의 방사패턴

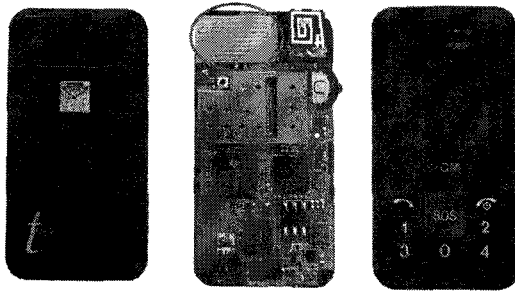


그림 14. 제작된 위상제어루프안테나와 부착한 멀티미디어단말기

와 비교하면 그 체적의 크기가 1.2%에 해당할 정도로 적은 사이즈로 CDMA 850MHz 대역의 안테나를 구현할 수가 있다.

5. 결 론

위에서 제시한 바와 같이 본 연구에서는 20mm×20mm의 유전체기판 위에 두께 0.035mm의 동박을 인쇄하여 패턴을 형성하며, 인근 루프패턴의 방향을 서로 역방향으로 180도 위상 차이를 가지게 패턴을 배치하고 그 간격을 조절함으로 인근하는 루프코일

간의 전자계가 보완위상으로 형성되어 소형의 밀결합의 루프패턴의 안테나를 구현하면서도 전자계의 방사특성 효율을 높여 최종방사효율 60% 이상이고, 피크게인 4dBi 이상, 평균게인이 -2dBi 이상의 안테나의 게인특성이 우수한 안테나가 되었다. 또한 각 차수별의 루프코일의 길이를 서로 다르게 하여 공진 주파수를 다르게 하고 그 간격을 조절하여 밀결합 특성을 얻어 주파수비대역이 20% 이상이 되는 광대역 특성을 얻을 수 있는 효과를 확인하였다.

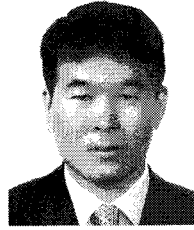
본 연구에서 제안된 위상제어루프방식으로 CDMA 850MHz 대역의 안테나를 구현하게 되면, 기존의 PIFA안테나에 비하여 그 크기가 1.4%에 해당할 정도로 소형화가 되었으며, 기존의 좌우대칭 루프안테나에 비해서는 그 크기가 1.2%에 해당할 정도로 획기적으로 소형화가 가능해 졌다.

이러한 위상제어루프 안테나의 경우에는 박막의 유전체기판 위에 동박을 에칭하여 형성하거나, 얇은 필름이나 종이 위에 도전성 잉크를 사용한 프린팅 기법으로 루프패턴을 제작할 수가 있어, 공정이 단순하고 제조가 손쉬우면서도 방사특성이 우수하고 게인특성이 좋은 소형의 박막형의 안테나를 구현할 수가 있어 휴대폰 등 멀티미디어단말기에 편리하게 사용 될 것으로 생각된다.

참 고 문 헌

- [1] 青野 幹雄, 멀티밴드/廣滯域안테나의 効率的な設計技術, 日本技術情報センター, 日本東京, 2006.
- [2] 築地 武彦, 電波・アンテナ工学入門, 總合電子出版社, 日本東京, 2002.
- [3] 後藤 尚久, 図説・アンテナ, 電子情報通信學會, 日本東京, 1997.
- [4] 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.

- [5] Kin-Lu Wong, *Compact and Broadband Microstrip Antennas*, Wiley-Interscience, USA, 2002.
- [6] Ramesh Garg et. al, *Microstrip Antenna Design Handbook*, Artech House, Boston & London, 2001.
- [7] 손원국, 최익권, “지상파 DMB용 다중 권선 Loop 안테나,” 한국전자파학회논문지, 제19권, 제5호, pp. 501-505, 2008.
- [8] 이영중, 이진성 외, “다중 대역 이동 통신 단말 기용 내장형 루프 안테나 설계,” 한국전자파학회논문지, 제16권, 제9호, pp. 917-925, 2005.



신 천 우

1984년 영남대학교 전자공학과  
공학사  
1987년 영남대학교 전자공학과  
석사  
1996년 일본 오사카대학 기초공  
학부 시스템 공학박사

1996년~1999년 동명정보대학교 보통신공학과 조교수  
및 부설 센서기술연구소소장  
1999년~현재 경성대학교 멀티미디어통신공학과 교수  
관심분야 : 밀리미터웨이브, 초고주파통신시스템, RF회  
로설계, 스마트안테나