

# 미디어플로대역을 포함하는 단말기용 다중 대역 내장형 안테나의 설계

## Design of Multi-Band Internal Antenna for Handset Applications Including Media-FLO Band

이 현 규\*  
(Hyunkyu Lee)

이 병 제\*\*  
(Byungje Lee)

### 요 약

본 논문에서는 무선인터넷 통신 대역으로 부각되고 있는 WiBro/ WiMAX 대역과 Media-FLO/ S-DMB 대역과 같이 중요한 통신대역을 포함하는 다중 대역 내장형 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 광대역 모노폴 형태의 안테나 구조를 이용하여 높은 주파수 대역에서 광대역 특성을 가지며 새로운 서비스 대역에 대해 적용 할 수 있도록 하였다. 또한 미앤더 방사체를 광대역 안테나 위에 적층시켜 각각의 다른 전류 길이를 확보하였고, 각 주파수 대역에 대한 방사체의 공간을 효과적으로 사용하였다. 제안된 안테나의 대역폭은 정재파비 3:1을 기준으로 저주파수 대역에서 270 MHz, 고주파수 대역에서 2032 MHz를 가진다. 이러한 임피던스 대역폭은 현재 상용화되고 있는 대부분의 서비스 대역인 Media-FLO, CDMA, GSM, GPS, DCS, PCS, UMTS, WiBro, WiMAX, S-DMB에서 효과적으로 동작하는 것을 확인하였다.

### Abstract

This paper presents a design of a multi-band internal antenna for mobile handsets which can cover the major mobile services such as WiBro/WiMAX mobile internet services and Media-FLO/S-DMB services. Using wideband monopole antenna structure, the proposed antenna obtains the wide bandwidth characteristic at high frequency band to be applicable for new mobile services. Stacking meandered radiator on the wideband monopole radiator and obtaining the different current path and length on these stacked radiators, overall antenna volume is effectively reduced. The measured bandwidths (VSWR<3) of the proposed antenna is 270 MHz and 2032 MHz at low and high band, respectively. This antenna can effectively covers major wireless communication bands including Media-FLO, CDMA, GSM, GPS, DCS, PCS, UMTS, WiBro, WiMAX, and S-DMB.

**Key words :** Multi-band, internal antenna, mobile internet services, stacking meandered radiators, VSWR,

이 논문은 교육인적자원부, 산업자원부, 노동부의 출연금으로 수행한 최우수실험실 지원사업과 2008년도 광운대학교 교내학술연구비 지원에 의해 연구되었음

\* 주저자 : 광운대학교 전파공학과 박사과정

\*\* 공저자 : 광운대학교 전파공학과 부교수

† 논문접수일 : 2008년 4월 18일

† 논문심사일 : 2008년 5월 19일

† 게재확정일 : 2008년 6월 12일

## I. 서 론

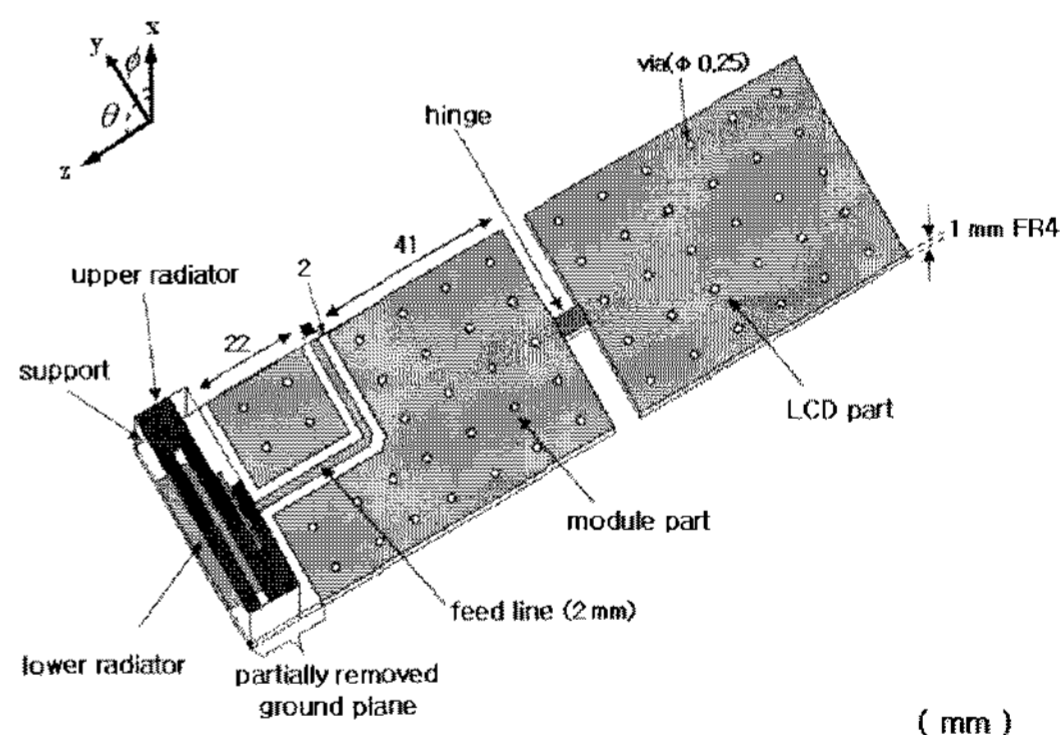
최근 이동통신에 의한 정보통신 기술의 발전은 WiBro/WiMAX와 같은 고속 휴대형 무선 인터넷과 휴대 방송 서비스와 같은 새로운 서비스들로 이어지고 있으며 국가 간 이동이 빈번해 짐에 따라 글로벌 로밍에 대한 요구도 증가하고 있다. 이에 따라 최근 이동통신 서비스에서 사용하는 개인 휴대 단말기는 다양한 통신 서비스를 제공할 수 있는 다중대역 단말기 특성이 요구되어지고 있다. 이러한 요구를 만족하기 위해 다양한 형태의 다중 공진을 이용한 다중대역 내장형 안테나들이 제안되었다 [1-3]. 그러나 이러한 기존에 제안된 다중대역 안테나들은 앞으로의 새로운 광대역 서비스에 대해 유연하지 않다는 단점이 있다. 이에 따라 이미 현재 사용되는 모든 이동통신 대역을 포함하는 광대역 단말기용 내장형 안테나가 소개되었지만 실제 단말기에 적용하기에는 방사체가 차지하는 면적이 크다는 문제를 해결하지 못하였다 [4-6].

본 논문에서 제안된 안테나는 기존의 이동통신 대역에 비해 상대적으로 긴 전기적 길이를 갖는 Media-FLO 대역에서 CDMA, GSM 까지 이르는 저주파수 대역을 모두 만족하며, 고주파수 대역에서는 광대역 특성을 가지면서 GPS, DCS, PCS, W-CDMA, WiBro, S-DMB 와 같이 현재 사용 중인 또는 상용화 될 이동통신 서비스를 모두 만족하며, 실제로 사용하지 않는 주파수 대역(980-1,400 MHz)을 제외하여 기존의 광대역 안테나에 비해 동작 주파수 대역을 효율적으로 분배하였다. 또한 상대적으로 긴 파장을 가지는 Media-FLO를 포함하면서도 방사체의 전기적 크기를 축소하였다. 제안된 안테나는 실제 단말기 내부의 전파환경과 내부 공간을 효과적으로 활용하여 단말기 내부에 장착이 가능하고 상용 단말기에서 요구하는 안테나 특성, 즉 이득, 대역폭 그리고 방사패턴 등에서 그 기준을 만족하도록 설계하였다.

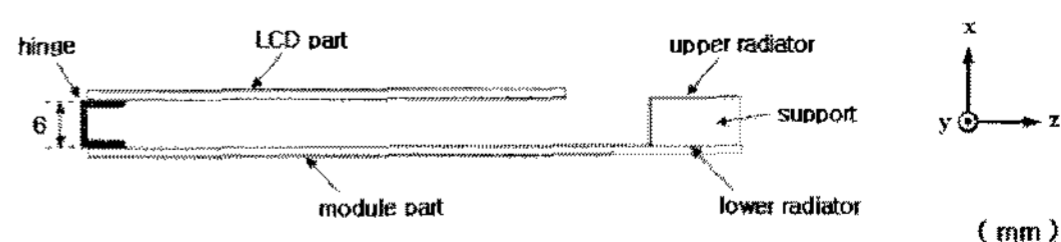
## II. 제안된 안테나 구조

<그림 1>은 50Ω 마이크로 스트립 라인으로 급전

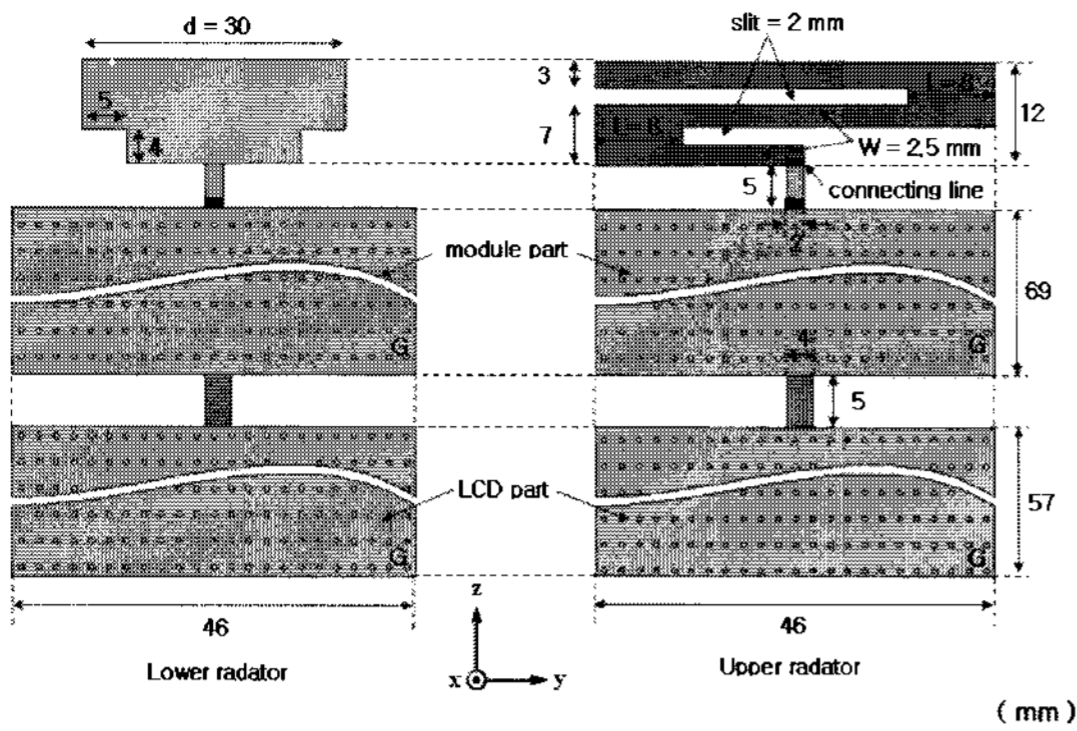
된 제안된 안테나의 3D 전체 구조이다. 제안된 방사체는 평면 모노폴 안테나와 미앤더 안테나가 적층된 구조이다. 폴더 형태의 단말기 구조를 고려하여 제안된 안테나의 그라운드 부분은 크게 모듈 파트와 LCD 파트 구성되어 있으며 각각  $46 \times 69 \text{ mm}^2$ 와  $46 \times 63 \text{ mm}^2$  면적을 가지고 있다. 이러한 두 개의 그라운드는  $4 \times 6 \text{ mm}^2$ 의 면적을 가지고 있는 힌지를 통해 전기적으로 연결되어 있다. 상대 유전율 4.7, 두께 1 mm의 FR4 기판을 사용하였으며, 기생공진을 막기 위해 방사체의 위와 아래 부분을 비아홀을 이용하여 전기적으로 연결하였다. 접지면에서 방사체의 아래 부분은 제거된 형태이며 이는 방사체의 전기적 부피를 증가시키는 효과로서 안테나의 성능향상에 대한 연구가 진행된 바 있다 [7]. 본 논문에서는 폴더 형태의 단말기 구조를 가정하여 안테나를 설계하였으며 <그림 2>는 제안된 폴더형 단말기의 접힌 구조를 보여준다. 이 경우 LCD부분과 모듈 부분이 6 mm의 간격을 가지고 서로 평행하게 되는 구조를 가지고 있다. 방사체는 x축을 따라  $2 \times 6 \text{ mm}^2$ 의 넓이를 가지고 있는 연결부분을 통



<그림 1> 제안된 안테나의 3차원도  
<Fig. 1> 3D view of proposed antenna



<그림 2> 제안된 안테나의 측면도(닫힌 상태)  
<Fig. 2> Side view of the proposed antenna(closed position)

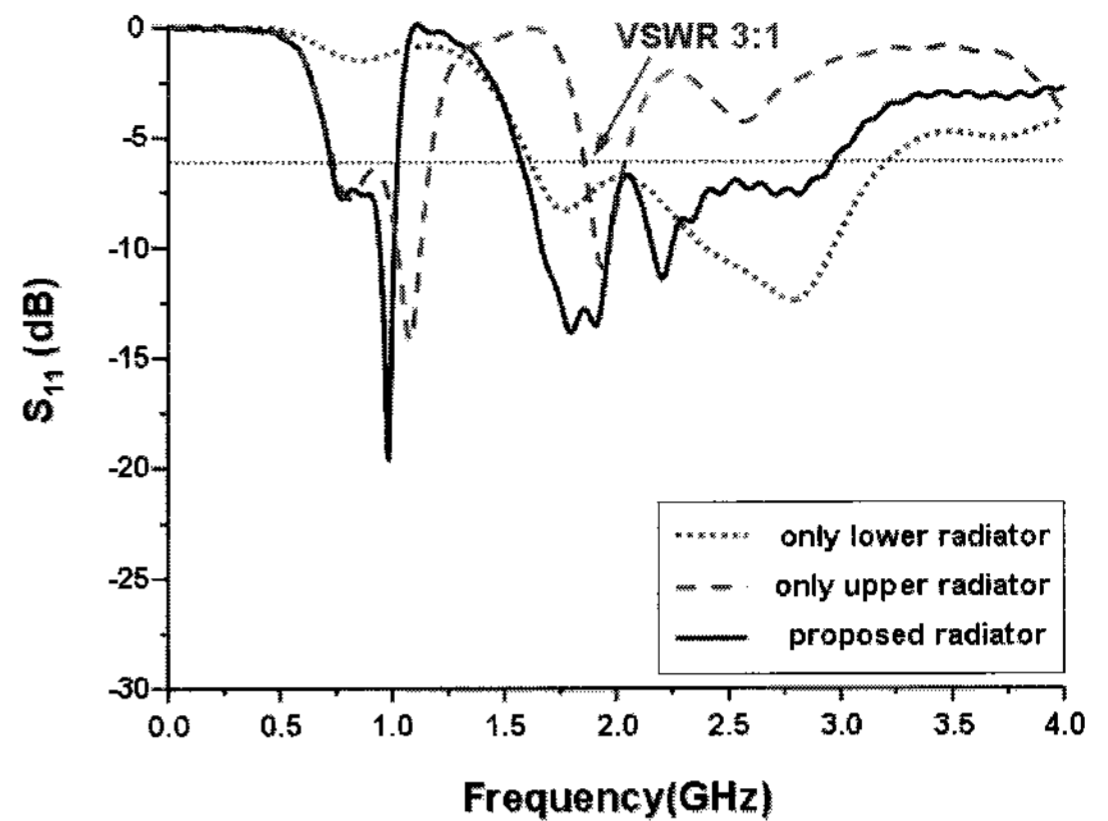


<그림 3> 제안된 안테나의 앞에서 본 구조  
 <Fig. 3> Front view of the proposed antenna

하여 급전 부분에서 전기적으로 연결된 적층된 두 개의 방사체로 구성되어 있다. 이러한 구조를 통하여 각 동작 주파수 대역의 방사체 부피를 최대화할 수 있다. 안테나 효율과 대역폭은 그 부피 증가에 따라 증가하기 때문에, 결국 이러한 구조를 통해 각 대역에서의 효율과 대역폭의 극대화를 실현할 수 있다 [8]. <그림 3>은 제안된 안테나를 앞에서 본 구조를 표현한 것으로 왼쪽 그림은 전체 방사체 구조에서 아래층에 위치하고 있는 방사체, 오른쪽 그림은 위층에 배치된 방사체의 구조를 각각 보여주고 있다. 전체 방사체 구조에서 아래층에 위치한 방사체는 평면 모노폴 형태로서  $30 \times 12 \text{ mm}^2$ 의 면적을 가지고 있으며, 방사체의 급전부 쪽에  $5 \times 4 \text{ mm}^2$ 의 넓이를 가지고 있는 슬릿을 가지고 있다. 이러한 슬릿을 통하여 임피던스 대역폭을 넓힐 수 있다.

### III. 제안된 안테나 분석 및 시뮬레이션 결과

<그림 4>는 제안된 안테나의 시뮬레이션 반사손실로써 그래프의 적색 점선은 위층 방사체만 존재하는 경우, 녹색 점선은 아래층 방사체만 존재하는 경우, 검은색 실선은 제안된 안테나의 최종 시뮬레이션 결과로 위층과 아래층 방사체가 모두 존재하는 경우를 나타낸 것이다. 위층 방사체는 낮은 주파수 대역에서의 미앤더 방사체의 공진 특성을 가지며, 아래층 방사체는 높은 주파수 대역에서의 UWB



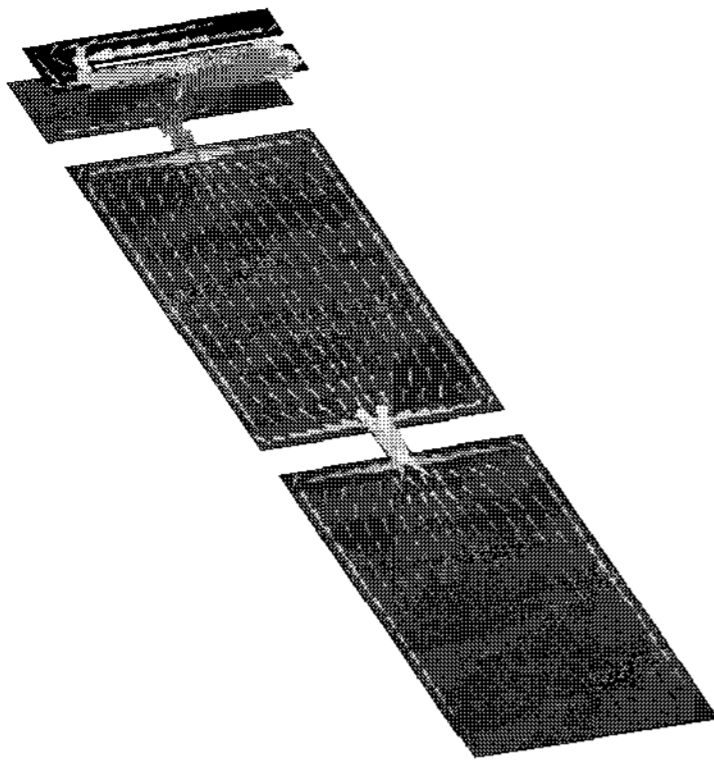
<그림 4> 제안된 안테나의 시뮬레이션 반사손실  
 <Fig. 4> Simulated return loss of proposed antenna

모노폴의 특성을 갖는다. 또한 두 개의 안테나가 공존하는 경우 두 방사체의 특성을 유지하며, 2 GHz 대역에서는 미앤더 방사체의 2차 고차모드가 임피던스 정합에 관여하는 것을 볼 수 있으며, 이 주파수 대역에서는 두 개의 방사체가 함께 동작하게 될 것이라는 예측이 가능하다.

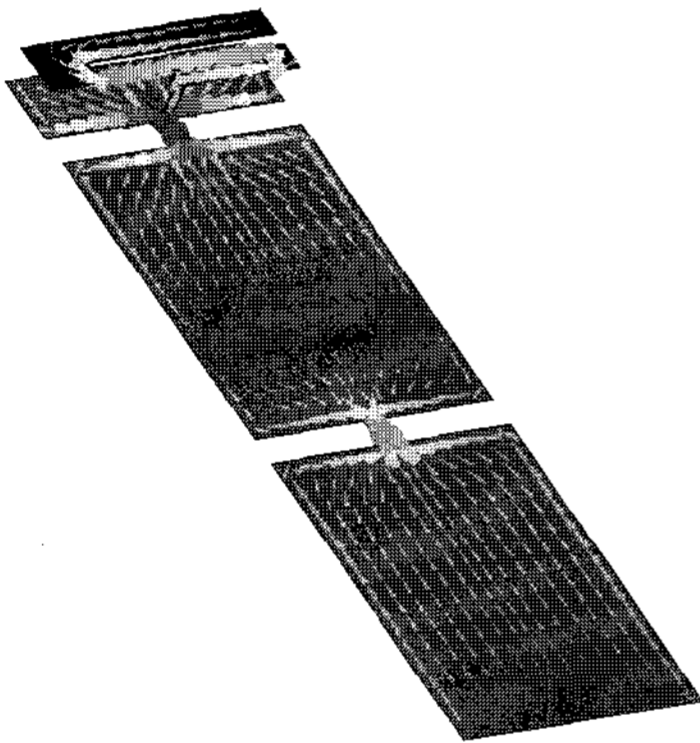
<그림 5>는 제안된 안테나의 사용하고자 하는 대역에서의 중심 주파수에서의 전류 분포를 보여주는 그림이다. 먼저 <그림 5(a)>에서 보는 것과 같이 Media-FLO/CDMA/ GSM 대역의 중심 주파수인 890 MHz에서는 미앤더 방사체가 중심주파수의 약  $\lambda/4$  길이를 가지고 주 방사체로 동작하는 것을 알 수 있다. 이것으로 보아, 접지면을 포함한 전체 안테나는  $\lambda/2$  다이폴과 유사하게 동작하는 것을 확인 할 수 있다. <그림 5(b)>에서 보는 것과 같이 GPS/DCS/ PCS/ UMTS 대역의 중심주파수인 1940 MHz에서는, 방사체의 고차모드가 중심 주파수의  $\lambda/2$  길이를 가지고 동작하며, 방사체를 포함한 전체 구조는  $1\lambda$  다이폴과 같이 동작하는 것을 예상 할 수 있다. 마지막으로 WiBro/ WiMAX/ S-DMB 에서의 중심주파수인 2477 MHz에서는, <그림 5(c)>에서의 전류 분포에서 보는 것과 같이, UWB 모노폴 방사체의 표면전류의 세기가 상대적으로 강하며, 이를 보듯이 고주파수 대역으로 갈수록 UWB 모노폴 안테나가 주 방사체로 동작하는 것을 확인 할 수 있다.

#### IV. 측정 결과

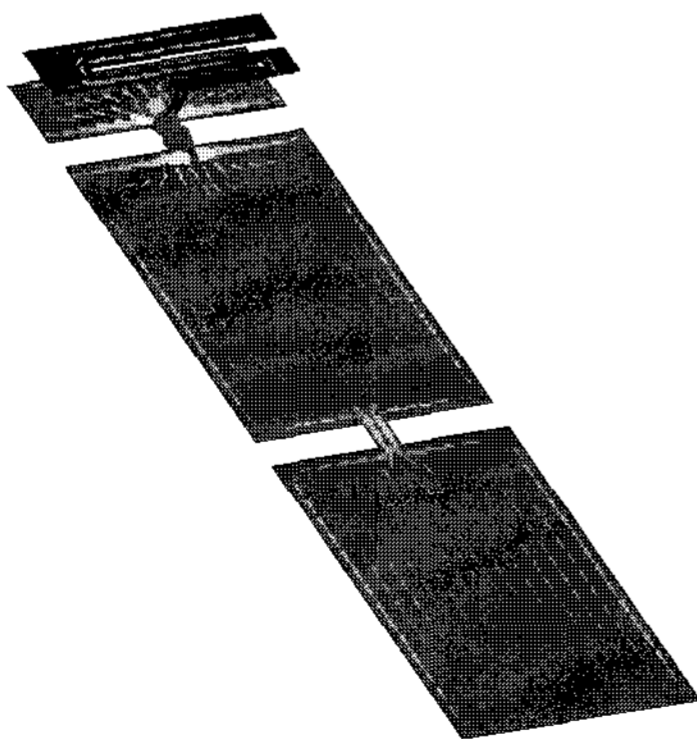
<그림 6>는 실제 제작된 안테나의 실물도이다. 제안된 안테나는 실물도에서 보는 것과 같이 실제 상용화되고 있는 폴더형 단말기를 고려하여 설계하였다.



(a) Meda-FLO/CDMA/GSM 대역  
(a) Meda-FLO/CDMA/GSM band

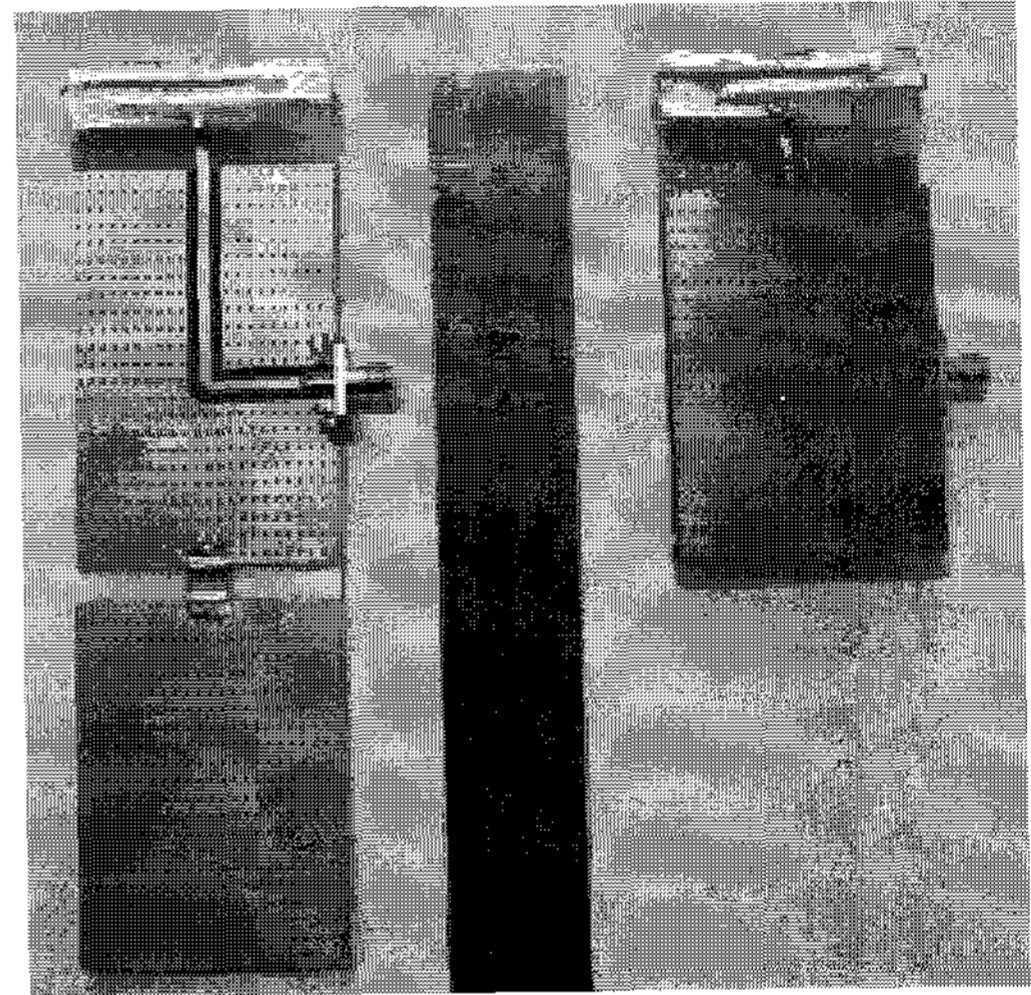


(b) GPS/ DCS/ PCS/ UMTS 대역  
(b) GPS/ DCS/ PCS/ UMTS band



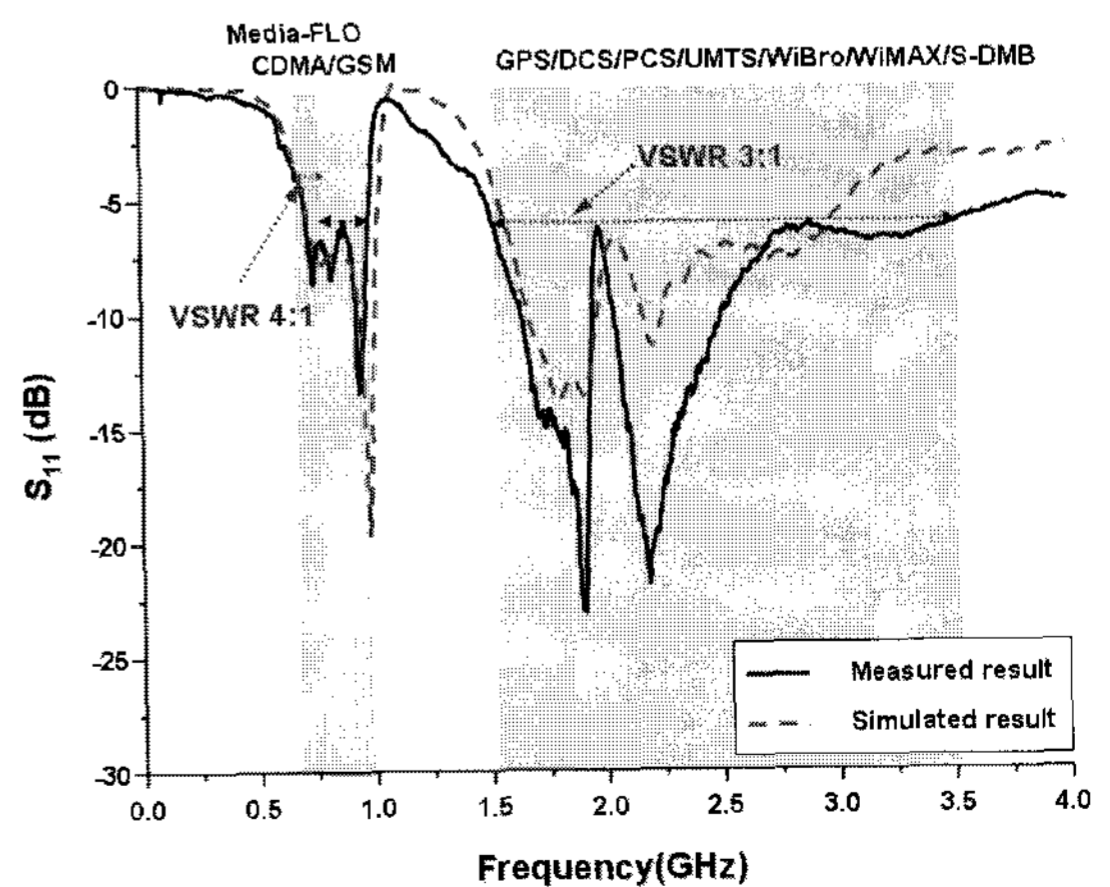
(c) WiBro/ WiMAX/ S-DMB 대역  
(c) WiBro/ WiMAX/ S-DMB band

<그림 5> 최적화된 안테나의 대역별 전류 분포  
<Fig. 5> Current distribution of optimized proposed antenna at each band

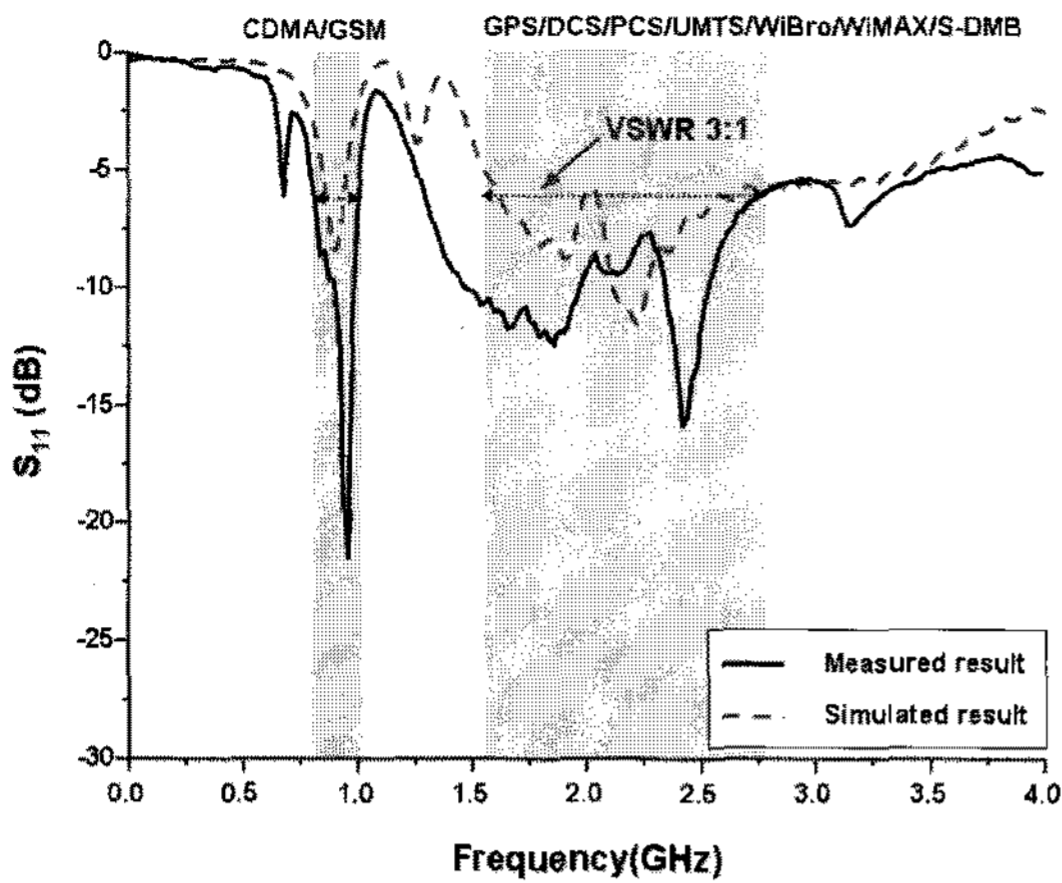


<그림 6>그림 5-1에 제안된 안테나의 실물도  
<Fig. 6> Photograph of proposed antenna

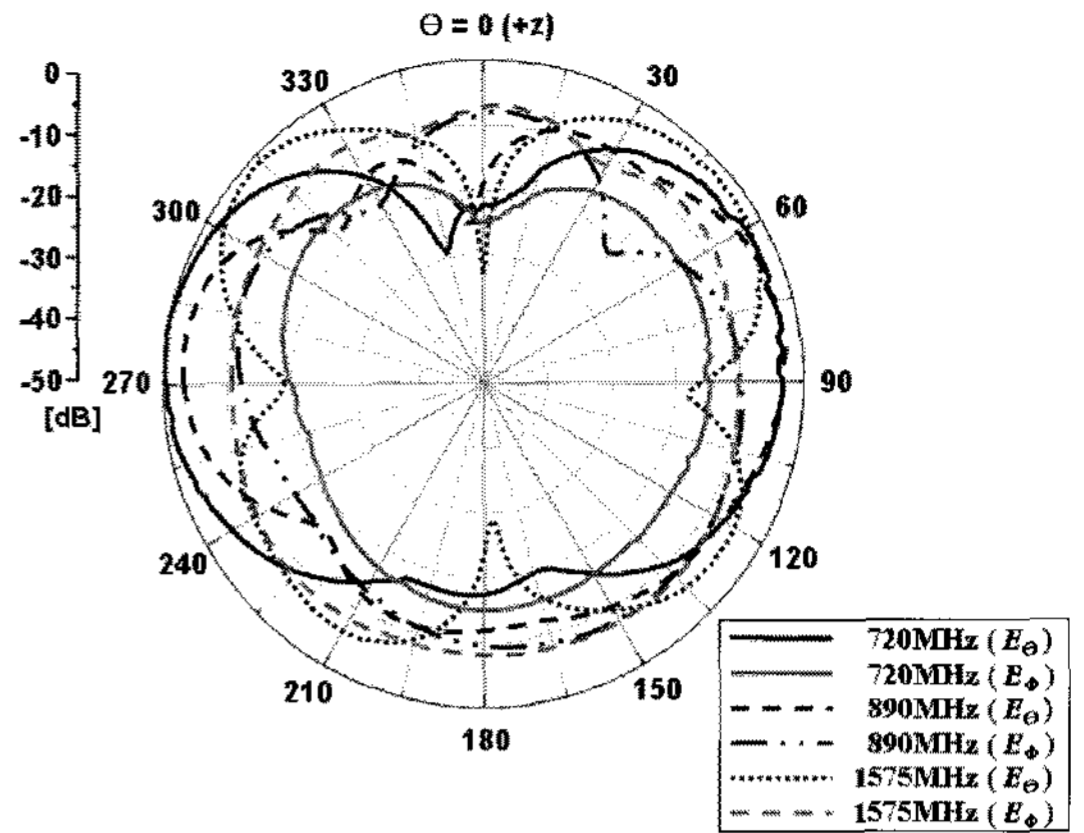
<그림 7>는 시뮬레이션 된 안테나의 반사 손실을 agilent社의 E5071B를 사용하여 측정된 반사 손실을 함께 도시한 것이다. 측정의 결과가 시뮬레이션 된 결과와 대체로 일치함을 볼 수 있다. 제안된



(a)



(b)



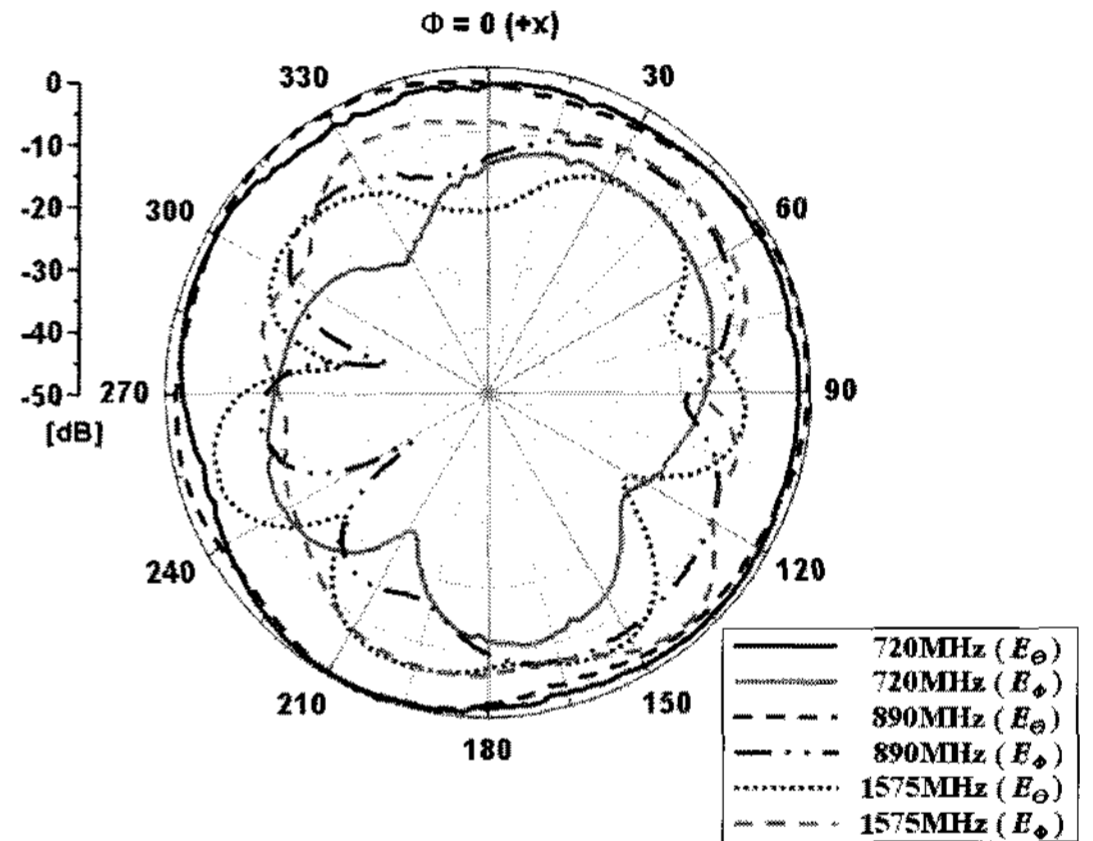
(a) 720 MHz, 890 MHz, 1575 MHz에서 측정된 Z-X 평면  
(a) Z-X plane at 720 MHz, 890 MHz, 1575 MHz

<그림 7> 시뮬레이션 된 반사손실과 측정된 반사 손실.  
(a) 열린 상태, (b) 닫힌 상태.

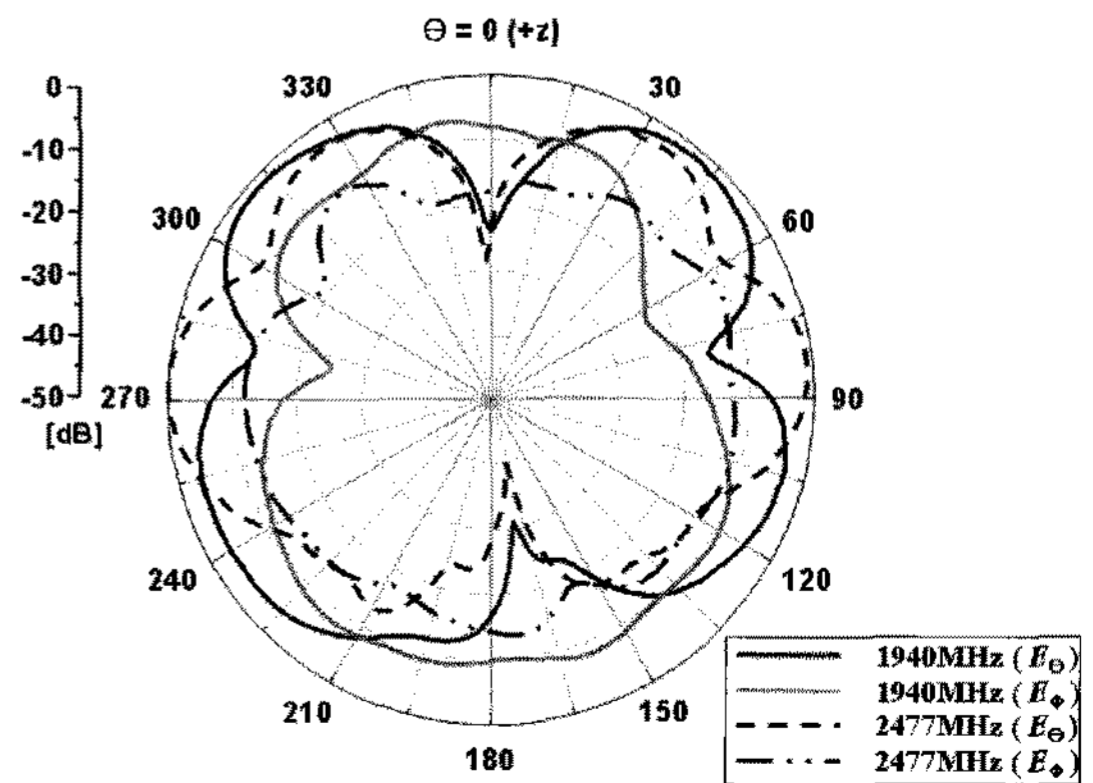
<Fig. 7> Simulated and measured return loss.  
(a) open position, (b) closed position.

안테나가 열린 폴더 상태일 때, 측정된 반사손실 결과는 정재파비 4:1 기준으로 690 MHz에서 746 MHz까지의 Media-FLO 대역을 만족하며, 정재파비 3:1 기준으로 저주파수 대역에서는 720 MHz에서 990 MHz까지 만족하며, 고주파수 대역에서는 1480 MHz에서 3510 MHz까지 만족하며, Media-FLO / CDMA / GSM / GPS / DCS / PCS / UMTS / WiBro / WiMAX / S-DMB 대역을 모두 만족하는 것을 확인할 수 있다. 제안된 안테나가 닫힌 폴더 상태일 때, 정재파비 3:1 기준으로 저주파수 대역에서는 800 MHz에서 970 MHz까지 만족하며 고주파수 대역에서는 1320 MHz에서 2800 MHz까지 만족하며, Media-FLO 대역을 제외한 CDMA / GSM / GPS / DCS / PCS / UMTS / WiBro / WiMAX / S-DMB 대역을 만족하는 것을 알 수 있다.

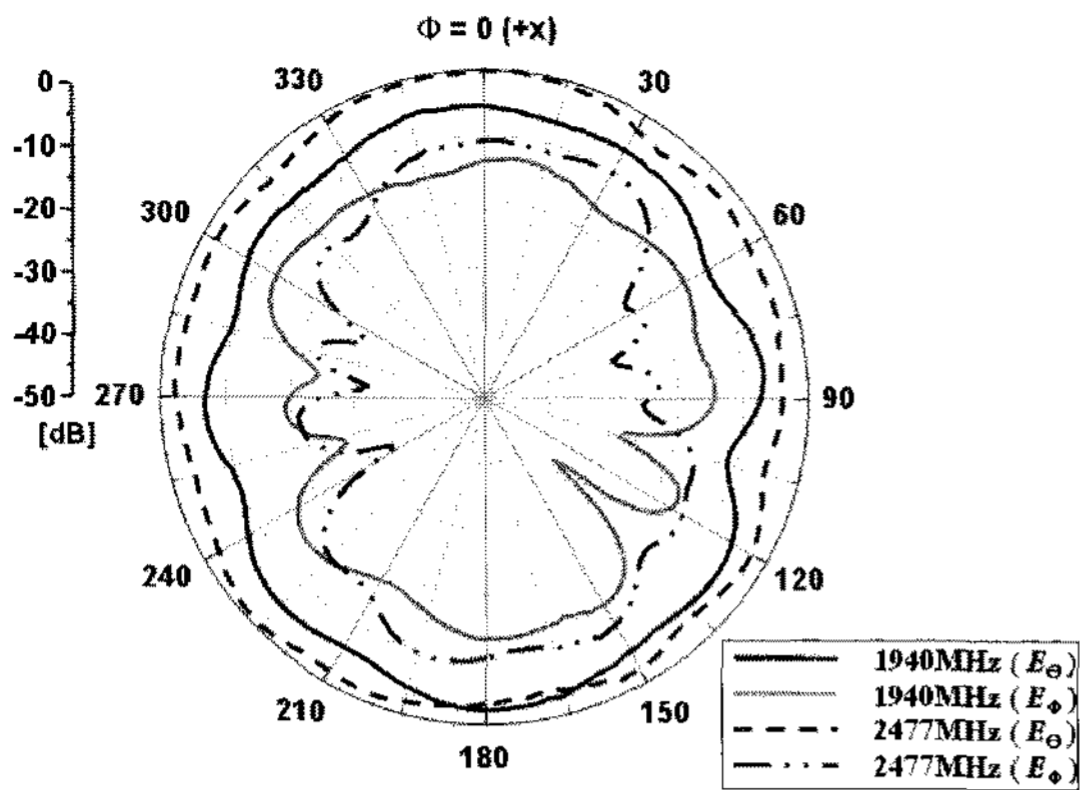
<그림 8>과 <그림 9>은 각각 전자파 무반사실에서 제안된 안테나의 열린 상태와 닫힌 상태에서의 측정된 방사 패턴을 보여준다. 방사 패턴은 각 대역의 중심 주파수에서 측정 하였다. 제안된 안테나의 방사 패턴 특성은 보는 것과 같이 통신 대역에서는 거의 전방향성에 근접한 패턴을 얻을 수 있음을 보인다.



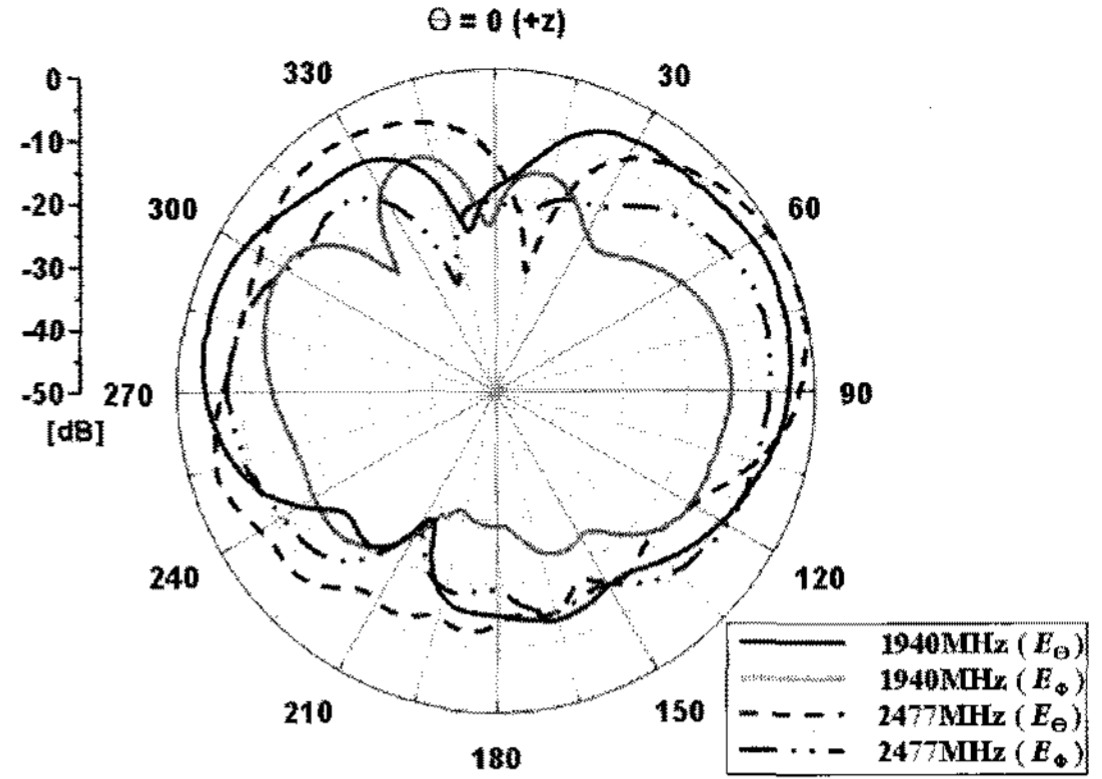
(b) 720 MHz, 890 MHz, 1575 MHz에서 측정된 X-Y 평면  
(b) X-Y plane at 720 MHz, 890 MHz, 1575 MHz



(c) 1940 MHz, 2630 MHz에서 측정된 Z-X 평면  
(c) Z-X plane at 1940 MHz, 2630 MHz

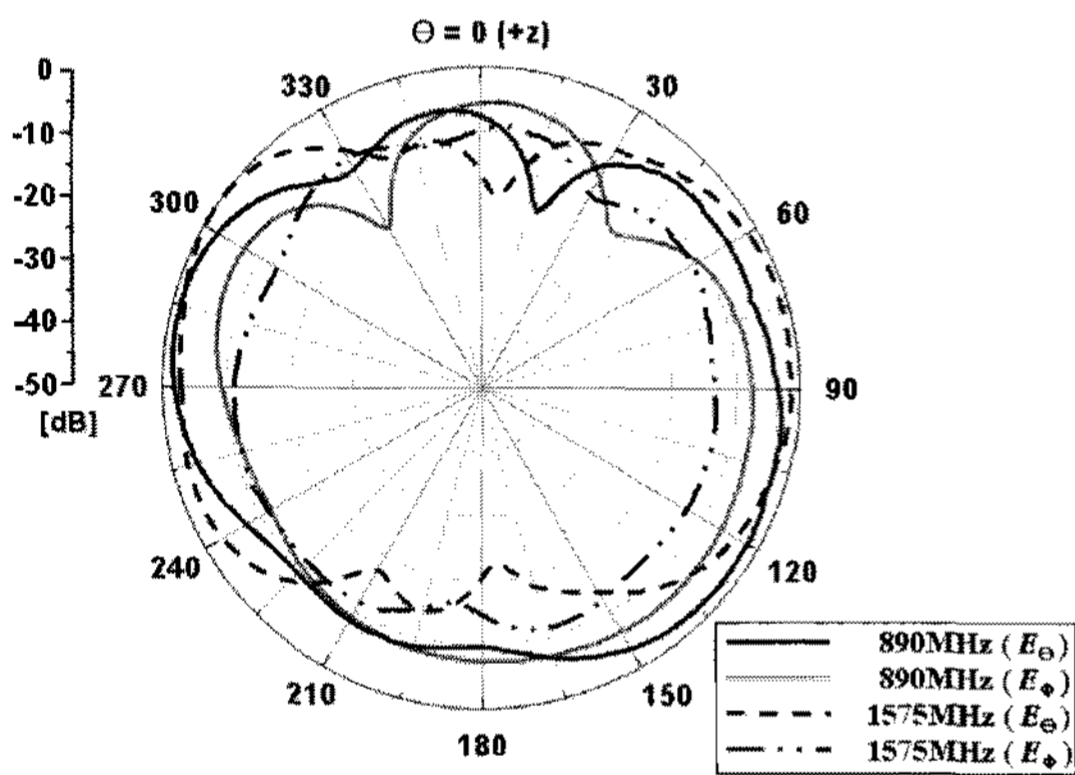


(d) 1940 MHz, 2630 MHz에서 측정한 X-Y 평면  
(d) X-Y plane at 1940 MHz, 2630 MHz

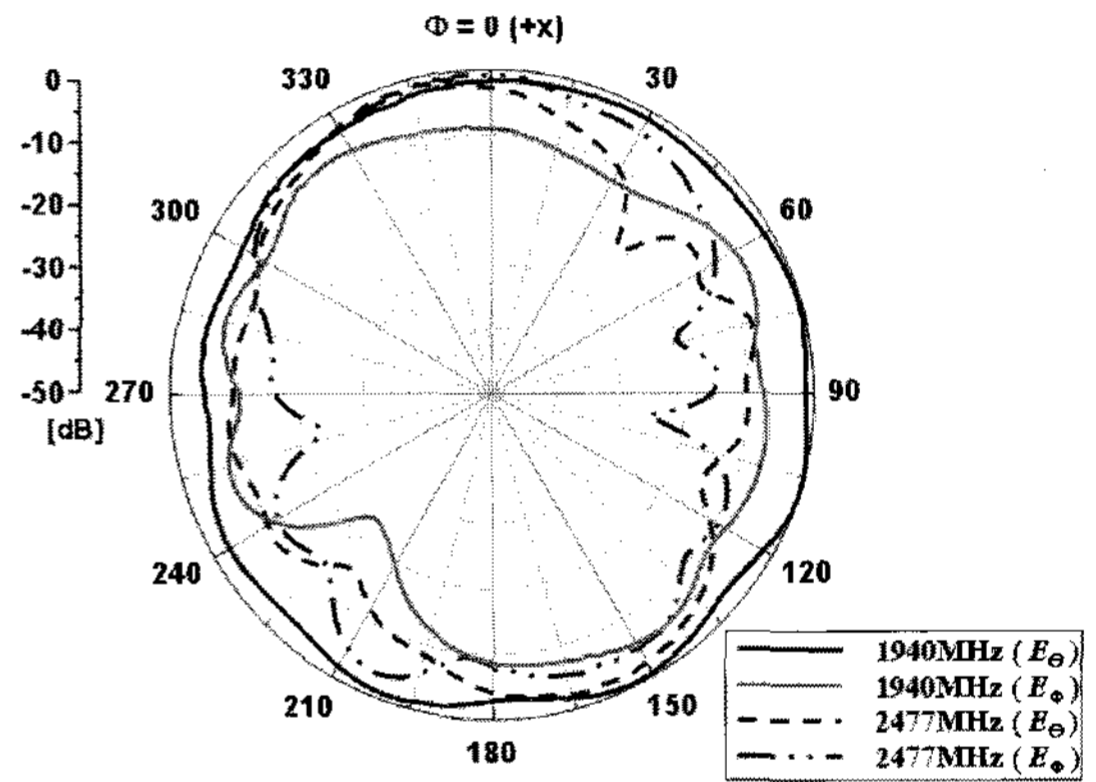


(c) 1940 MHz, 2630 MHz 에서 측정한 Z-X 평면  
(c) Z-X plane at 1940 MHz, 2630 MHz

<그림 8> 열린 폴더에서 측정된 방사 패턴  
<Fig. 8> Measured radiation pattern of open position



(a) 890 MHz, 1575 MHz에서 측정한 Z-X 평면  
(a) Z-X plane at 890 MHz, 1575 MHz



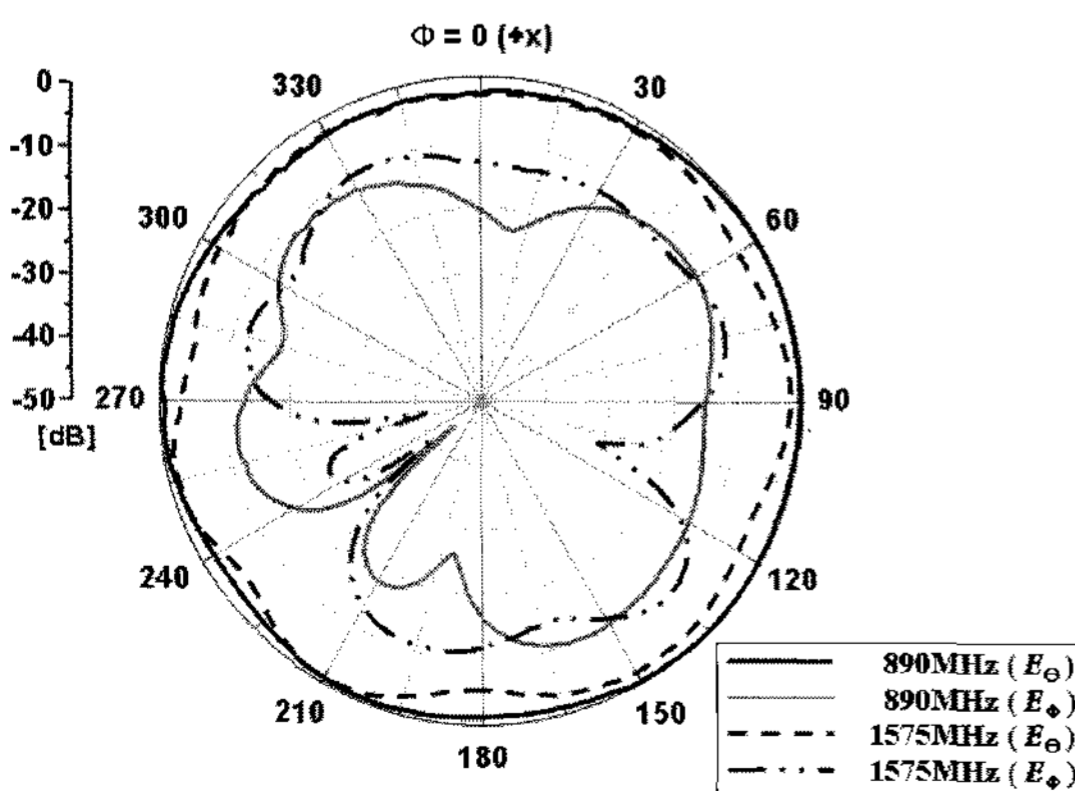
(d) 1940 MHz, 2630 MHz 에서 측정한 X-Y 평면  
(d) X-Y plane at 1940 MHz, 2630 MHz

<그림 9> 닫힌 폴더에서 측정된 방사 패턴  
<Fig. 9> Measured radiation pattern of closed position

<표 1>은 측정된 안테나의 이득을 나타낸 표이다. 이것을 보아 제작된 안테나의 측정된 안테나의 이득은 전 대역에서 양호한 값을 가지는 것을 확인하였다.

<표 1> 측정된 이득  
<Table. 1> Measured gain

Band	Open Gain (dBi)	Close Gain (dBi)
Media-FLO	1.53 - 2.15	-
CDMA/GSM	0.13 -1.85	0.96 -2.32
GPS	2.06	2.21
DCS/PCS/UMTS	0.22 -4.54	2.03 -2.99
WiBro/WiMAX	3.26 -4.34	4.35 -5.74
S-DMB	3.35 -3.60	5.89 -6.03



(b) 890 MHz, 1575 MHz에서 측정한 X-Y 평면  
(b) X-Y plane at 890 MHz, 1575 MHz

## IV. 결 론

본 논문에서 제안된 안테나는 넓은 대역폭 특성을 가지고 있는 UWB 모노폴 형태의 안테나를 이용하여 GPS 이상의 높은 주파수 대역에서 광대역 특성을 실현하여, 새로운 서비스 대역에 대한 유연성을 갖도록 하였으며, 저주파수 대역을 담당하는 방사체를 UWB 모노폴 형태의 안테나와 평행하게 추가하였다. 이렇게 다른 두 대역을 담당하는 방사체를 적층하여 기존 이동통신 시스템에서 사용하지 않는 대역(960-1575 MHz)을 제외하여, 이러한 구조를 통하여 각 동작 주파수 대역의 방사체 부피를 최대화 할 수 있다. 폴더 형태의 단말기 구조를 고려하여, 기존 이동통신 서비스 대역에 비해 긴 전기적 길이를 갖는 Media-FLO 서비스 대역에서도 효과적으로 동작하도록 하였다. 제안된 안테나 Media-FLO / CDMA / GSM / GPS / DCS / PCS / UMTS / WiBro / WiMAX / S-DMB 대역을 모두 만족하는 것을 확인 할 수 있다. 이동 통신 대역에서는 전 대역 전방향성 방사 패턴을 형성 할 수 있으며, 전 대역에서 양호한 이득을 가지는 것을 확인하였다.

## 참고문헌

- [1] F. R. Hsiao and K. L. Wong, "Compact planar inverted-F patch antenna for triple-frequency operation," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 33, no. 6, pp. 459-462, June 2002.
- [2] Y. X. Guo, I. Ang, and M. Y. W. Chia, "Compact internal multiband antennas for mobile handsets," *IEEE Antenna and Wireless Propagat. Lett.*, vol. 2, no. 1, pp. 143-146, 2003.
- [3] Y. X. Guo, M. Y. W. Chia, and Z. N. Chen, "Miniature built-in quad-band antennas for mobile handsets," *IEEE Antenna and Wireless Propagat. Lett.*, vol. 2, no. 1, pp. 30-32, 2003.
- [4] S. W. Su, K. L. Wong, and C. L. Tang, "Ultra-wideband square planar monopole antenna for IEEE 802.16a operation in the 2-11-GHz band," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 42, no. 6, pp. 463-466, Feb. 2004.
- [5] F. R. Hsiao and K. L. Wong, "An internal ultra-wideband metal-plate monopole antenna for UMTS/WLAN dual-mode mobile phone," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 45, no. 3, pp. 265-268, May 2005.
- [6] S. Y. Lin, "A wideband printed planar monopole for mobile handsets," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 48, no. 6, pp. 1092-1095, June 2006.
- [7] Y. J. Cho, Y. S. Shin, S. H. Hwang, and S. O. Park, "A wideband internal antenna with dual monopole radiation elements," *IEEE Antenna and Wireless Propagat. Lett.*, vol. 4, no. 1, pp. 381-384, 2005.
- [8] H. Rhyu, J. H. Jo, F. J. Harackiewicz, and B. Lee, "Multiband internal antenna using two layer shorted patches for mobile handsets," *Microwave Opt. Technol. Lett.*, vol. 49, no. 1, pp. 176-179, Jan. 2007.

저자소개



이 현 규 (Lee, Hyunkyu)

2004년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자공학과 박사과정

2000년 2월 : 삼성전자 무선통신연구소 선임연구원

1993년 3월 : 경북대학교 전자공학과(석사)

1988년 3월 : 경북대학교 전자공학과(학사)



이 병 제 (Lee, Byungje)

1998년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전자공학과 부교수

1997년 12월 : 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학박사)

1993년 12월 : 미국 Southern Illinois University 전자공학과 (공학박사)

1988년 2월 : 경북대학교 전기공학과 (공학석사)