

Wing Element를 이용한 DVB-H 내장형 안테나

Internal DVB-H Antenna with Wing Element

정 병 운*
(Byungwoon Jung)

이 현 규**
(Hyunkyu Lee)

요 약

최근 안테나 내장형 DVB-H 단말기에 대한 요구가 점점 증가함에도 불구하고, DVB-H 안테나는 470 MHz~702 MHz의 넓은 대역폭($B_r=40\%$)과 430~640mm의 파장 길이로 인하여 성능 확보에 큰 어려움을 겪고 있다. 제안된 안테나는 DVB-H 안테나가 SDA (Support structure Defined Antenna)로 해석될 수 있음에 착안하여, 광대역 특성을 지닌 폴디드 모노폴 방사체와 공진 주파수를 효과적으로 낮출 수 있는 윙형 소자로 설계되었다. 결과적으로 단말기에 장착된 DVB-H 안테나는 DVB-H 대역에서 정재파비 4:1이하의 임피던스 대역폭과 -5~2 dBi의 양호한 이득을 얻었다.

Abstract

Recently, although demands for an internal antenna applicable to DVB-H handheld terminals are increased, there are many difficulties in designing the antenna due to the long wavelength of 430~640 mm and the wide bandwidth of 470~702MHz. Since the proposed DVB-H band antenna can be analyzed as an SDA (Supported structure Defined Antenna), it is designed by combination of the folded monopole radiator which has a wideband characteristics and the wing-type element which can reduce the resonant frequency effectively. The DVB-H band antenna has VSWR of 4 and obtains a good gain from -5 to 2 dBi, when it is built-in the mobile handset.

Key words : DVB-H, internal antenna, SDA, folded monopole, wing-type

I. 서 론

현재, 이동통신 단말기는 새로운 변혁의 시기를 맞이하고 있다. 이제 사용자들은 이동통신 단말기를 더 이상 단순한 무선 전화기가 아닌 TV, internet, camera/camcorder, credit card 등등의 기능을 모두 포함하고 있는 생활 필수품(necessities of human life)

로 인식하고 있다. 또한 약 10여 년 동안 이루어진 단말기 사용자의 급격한 증가와 이동통신 서비스 사용시간의 비약적인 증대는 단말기의 기능에 대한 요구는 물론 단말기가 개인의 개성을 표출할 수 있는 패션 소품의 역할까지 담당하게 만들었다. 이러한 사용자의 인식의 변화는 2000년대 초부터 현재에 이르기까지 단말기 외관 설계에 주류를 이루고

* 주저자 : LG전자 MC연구소 선임연구원(종신회원)

** 공저자 : 광운대학교 전파공학과 박사과정(종신회원)

† 논문접수일 : 2008년 4월 18일

† 논문심사일 : 2008년 5월 19일

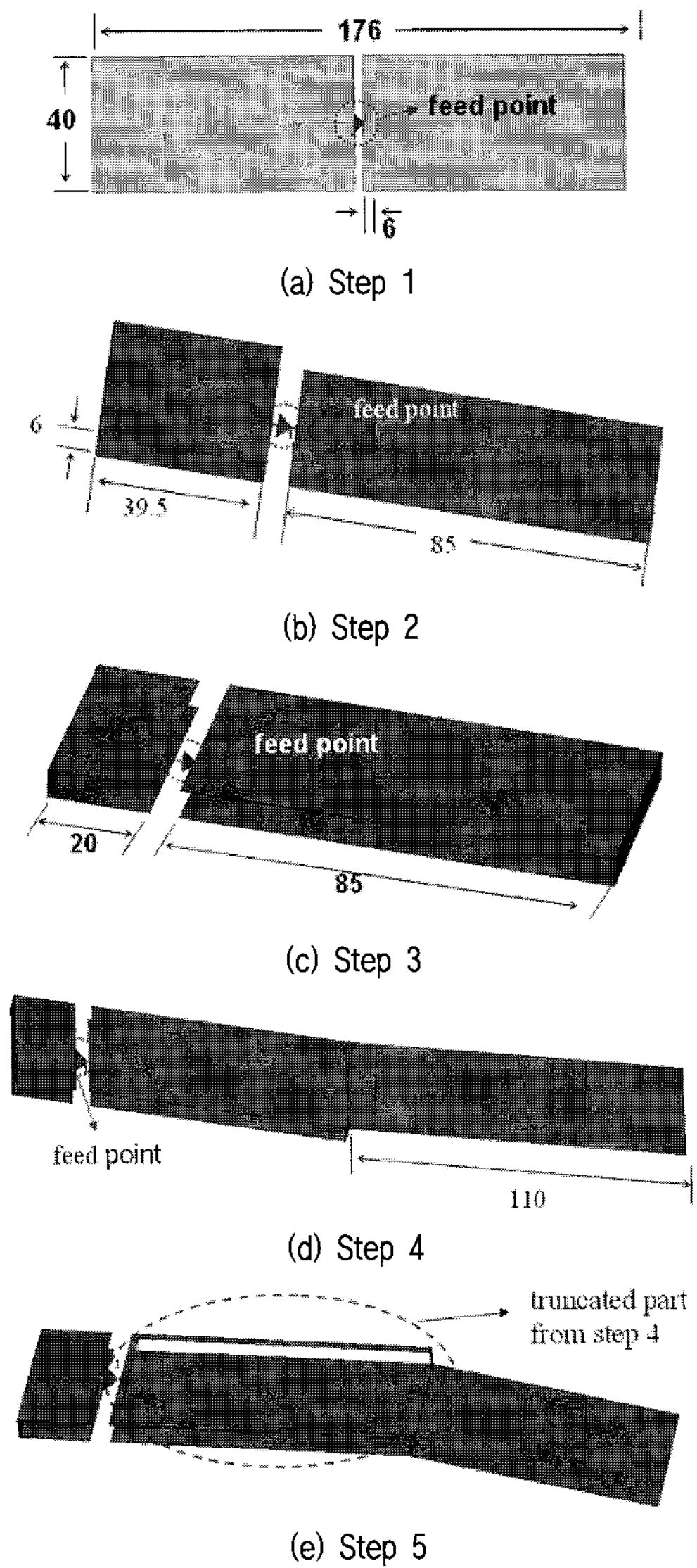
† 게재확정일 : 2008년 6월 12일

있는 내장형 안테나 단말기를 낡은 근간이라고 할 수 있다. 안테나의 본래의 역할이 어떠한 관내파(guided wave)를 방사파(radiation wave)로 효과적으로 변환해주는 장치(device)라는 것에 비추어 볼 때, 점점 소형화를 요구받는 단말기 안테나는 항상 방사 효율 저하라는 문제점에 노출되어 있다 [1]. 최근 단말기용 안테나의 이슈는 DVB-H 내장화를 들 수 있다. 유럽에서 태동한 DVB-H (Digital Video Broadcasting - Handheld)는 우리나라에서 주도하는 DMB (Digital Multimedia Broadcasting)와 이동통신 멀티미디어 시장 선점을 위한 치열한 경쟁을 펼치고 있는 시스템이다. 유럽 전체에 상용될 예정인 DVB-H는 470~702MHz의 232MHz에 달하는 넓은 대역폭을 요구하고 있기 때문에, 전기적 소형 안테나로 분류되는 단말기 안테나로 전체 대역폭을 만족시키는 일은 매우 힘들다. 더욱이 최근 주류를 이루는 내장형 단말기에 DVB-H 시스템을 접목시키는 것은 더 큰 어려움이 따른다. 본 논문에서는 DVB-H 안테나가 SDA (Support structure Defined antenna) [2]로 해석될 수 있음에 착안하여, 광대역 특성을 지닌 폴디드 모노폴 방사체와 공진 주파수를 효과적으로 낮출 수 있는 윙형 소자를 사용한 새로운 안테나를 제안하였다.

II. 본 론

1. 안테나 설계

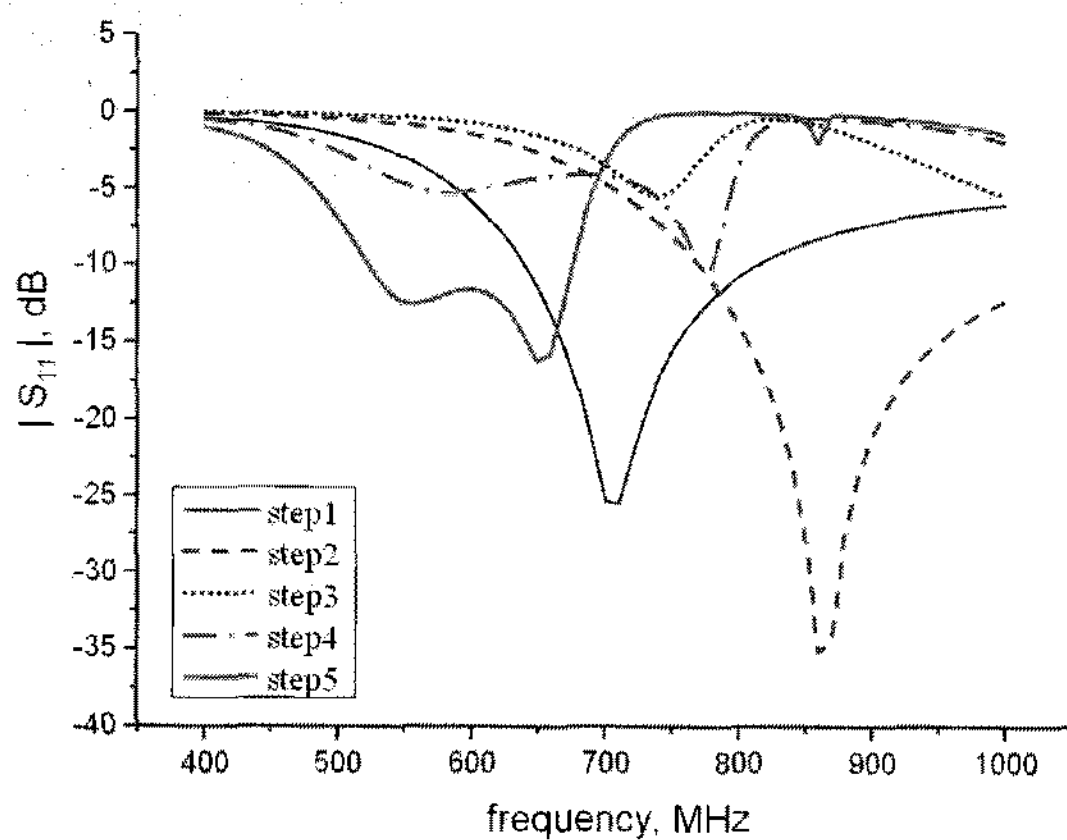
본 논문에서 넓은 대역폭 특성을 갖는 새로운 형태의 DVB-H 안테나를 구현하기 위하여 우선 선행되어진 대역폭 향상 연구들을 살펴보았다. 그 중에서 Shun-Yun Lin의 folded planar monopole 안테나와 H. D. Foltz의 disk-loaded monopole 안테나는 McLean의 대역폭 한계와 비교했을 때, 각각 59.05%와 31.25%의 두드러진 대역폭 향상 효과를 보고되었다 [3,4]. 여기에서 'ㄷ'형태의 folded planar monopole가 실제 단말기의 내부 공간의 지표가 되는 물리적인 점유 공간을 더 줄일 수 있기 때문에 보다 적합한 방사체 형태이다.



<그림 1> 제안된 안테나의 단계별 발전.
 <Fig.1> Development process of proposed antenna.

<그림 1>은 제안된 안테나의 개념을 발전 단계별로 도시한 것이다. 사용된 시뮬레이션하기 위한 툴(tool)은 ansoft의 HFSS가 이용되었다. step 1은 양쪽의 암(arm)이 서로 완벽하게 대칭을 이루고 있는 기본적인 planar 다이폴이다. 이 때 안테나의 표면 전류 흐름은 폴디드 다이폴 안테나의 안테나 모드(antenna mode)에서의 그것과 매우 유사하다. step 2는 step 1의 물리적인 점유부피를 줄이기 위하여,

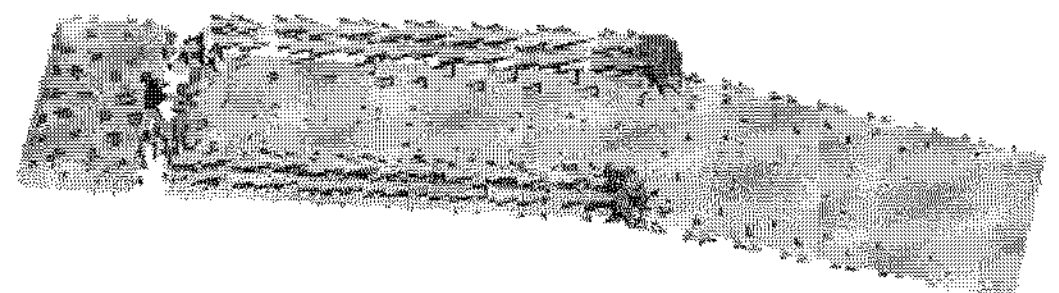
한쪽 암을 'ㄷ'형으로 구부린 것이다. 결과적으로 안테나는 비대칭적인 구조로 변환되었고, 이 때의 전류 흐름은 비중앙 급전 다이폴과 매우 유사하다. step 3는 step 2에서의 'ㄷ'형 암의 길이를 39.5mm에서 20mm로 더 짧게 구현하고, 또 다른 암을 마찬가지로 'ㄷ'형태로 확장함으로써 주파수를 보상한 형태이다. 일반적으로 20 mm의 길이를 갖는 짧은 'ㄷ'형의 암은 실제 이동통신 단말기에서 일반적으로 안테나로써 인식되어지는 부분이며, 또 다른 암은 단말기의 시스템 PCB로 인식되는 부분으로 생각할 수 있다. 결과적으로 안테나는 step 2보다 좀 더 비대칭적으로 안테나의 입력 저항은 몹시 높아지게 되지만, 공진 주파수는 865 MHz에서 740 MHz로 더 낮아졌다. 시뮬레이션을 통해 얻어진 step 3의 860 MHz에서의 입력 저항은 약 1400 Ω 이다. 안테나의 부정합 손실을 줄이기 위해서 이 높은 입력 임피던스 성분을 효과적으로 상쇄시키는 것이 필요하다. 이 높은 임피던스 특성은 길이가 긴 'ㄷ'형의 암에서의 과도한 캐패시턴스로 인한 것으로, 이 캐패시턴스를 완화시키기 위한 추가적인 단말기 PCB, 즉 그라운드를 추가하는 것으로 문제를 해결하고자 하였다. 즉, step 4에서와 같이 $110 \times 40 \text{ mm}^2$ 의 추가적인 그라운드를 설치하면, 안테나의 표면전류는 추가된 그라운드 쪽으로 흐를 수 있게 되고, 캐패시턴스는 감소함으로 안테나의 입력저항은



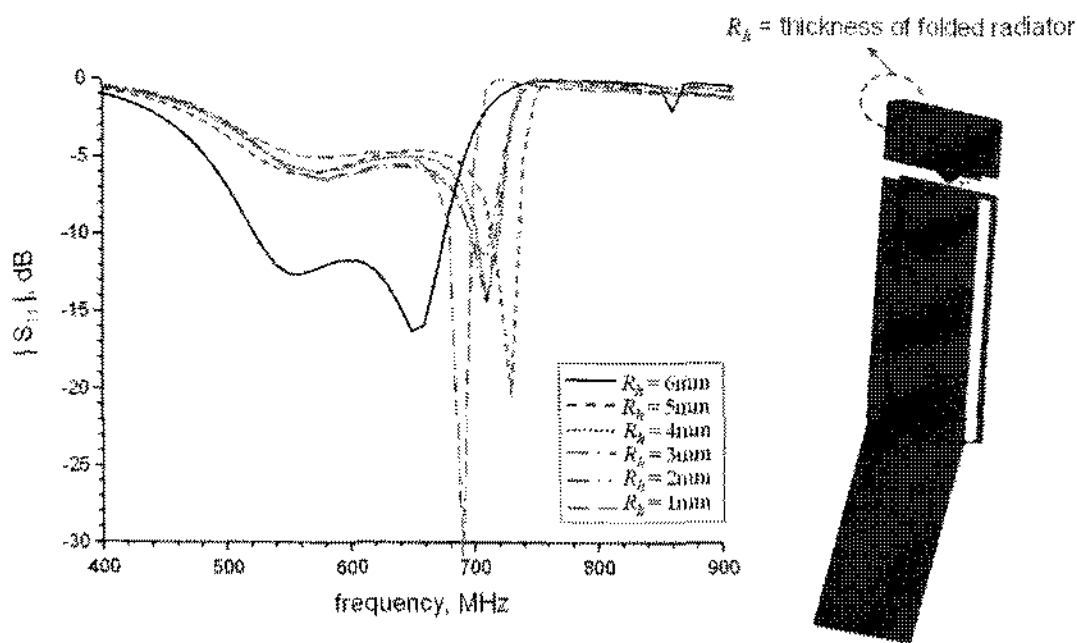
<그림 2> 제안된 DVB-H 안테나의 단계별 반사손실.
<Fig. 2> Variation of return loss of proposed DVB-H antenna with five steps.

낮아지게 된다. <그림 2>에서 step 3과 4의 임피던스를 서로 비교해보면, 추가적인 그라운드가 안테나의 입력 임피던스와 공진 주파수를 모두 낮추는 역할을 하고 있음을 알 수 있다. step 5는 좀 더 실용적인 안테나 형태이다. step 5는 step 4로부터 안테나를 단말기의 내부에 장치할 수 있도록 추가된 그라운드의 가장자리를 남겨두고 제거한 구조이다. 가장자리를 제거한 이유는 일반적으로 전기적 소형 안테나의 표면 전류는 주로 금속면의 가장자리 부분을 따라 강하게 흐르기 때문에, 가장자리를 제외한 다른 부분을 제거하는 것이 안테나의 성능 저하를 막는 데 보다 효과적이기 때문이다. 결과적으로 표면 전류는 <그림 3>과 같이 가장자리만 남은 금속체를 따라 강한 전류 밀도를 가지면서 진행한다. 여기서 강한 직렬 인덕턴스 성분이 발생하게 된다. 이 인덕턴스 성분은 안테나를 간단한 RLC 공진기 모델에서 변환해서 생각한다면, 추가적으로 전체 안테나의 인덕턴스 성분이 증가했다고 볼 수 있으면, 안테나의 공진 주파수를 구하는 식으로부터 공진주파수가 낮아질 것임을 예측할 수 있다. 결과적으로 안테나는 약 602 MHz에서 동작하며 양호한 임피던스 매칭을 보였다. 본 논문에서 'ㄷ'형태의 금속체 부분은 메인 방사체라고 하고, 가장자리만 남은 양쪽 금속체 부분을 윙형 소자로 칭할 것이다. 안테나는 470 MHz에서 -4.02 dB, 그리고 70 MHz에서 -3.25 dB의 반사손실을 보였다.

<그림 4>와 <그림 5>는 방사체의 두께(R_h)와 윙형 소자의 두께(W_h)를 조절했을 때의 특성 변화를 살펴본 것이다. 이 결과를 통해 전체적인 안테나의 임피던스 정합에 메인 방사체의 두께(R_h)가 윙형 소자의 두께(W_h)보다 좀 더 영향을 크게 미치고 있

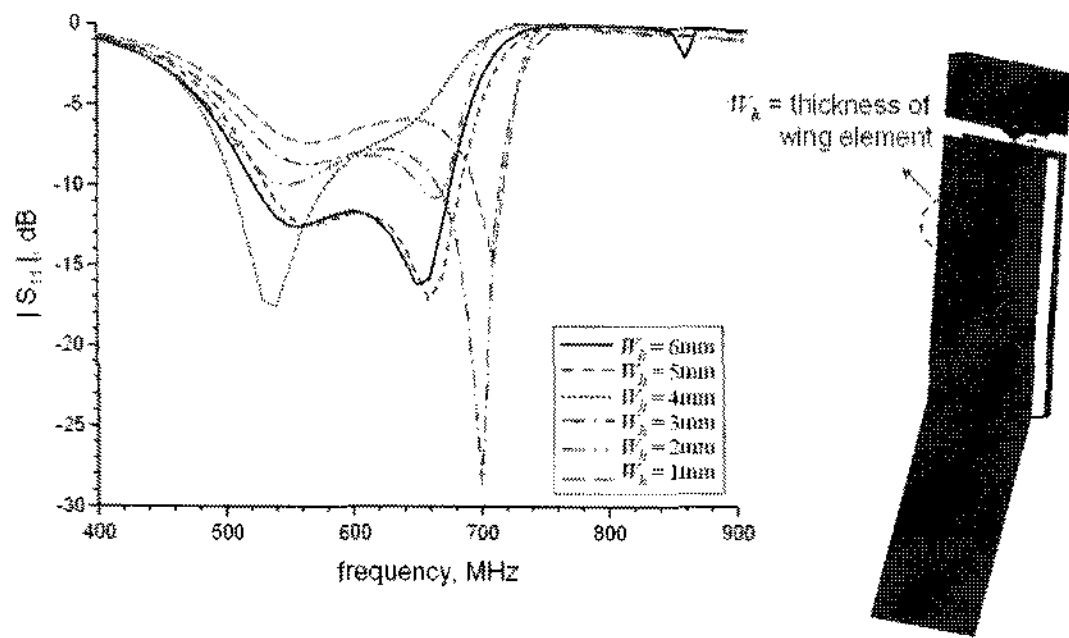


<그림 3> step 5의 구조의 600MHz에서의 표면 전류.
<Fig. 3> Structure of step 5 and surface current flow at 600MHz.



<그림 4> 제안된 DVB-H 안테나 방사소자의 높이 (R_h)에 따른 반사손실의 변화.

<Fig. 4> Return loss of proposed DVB-H antenna with various height of radiating element(R_h).



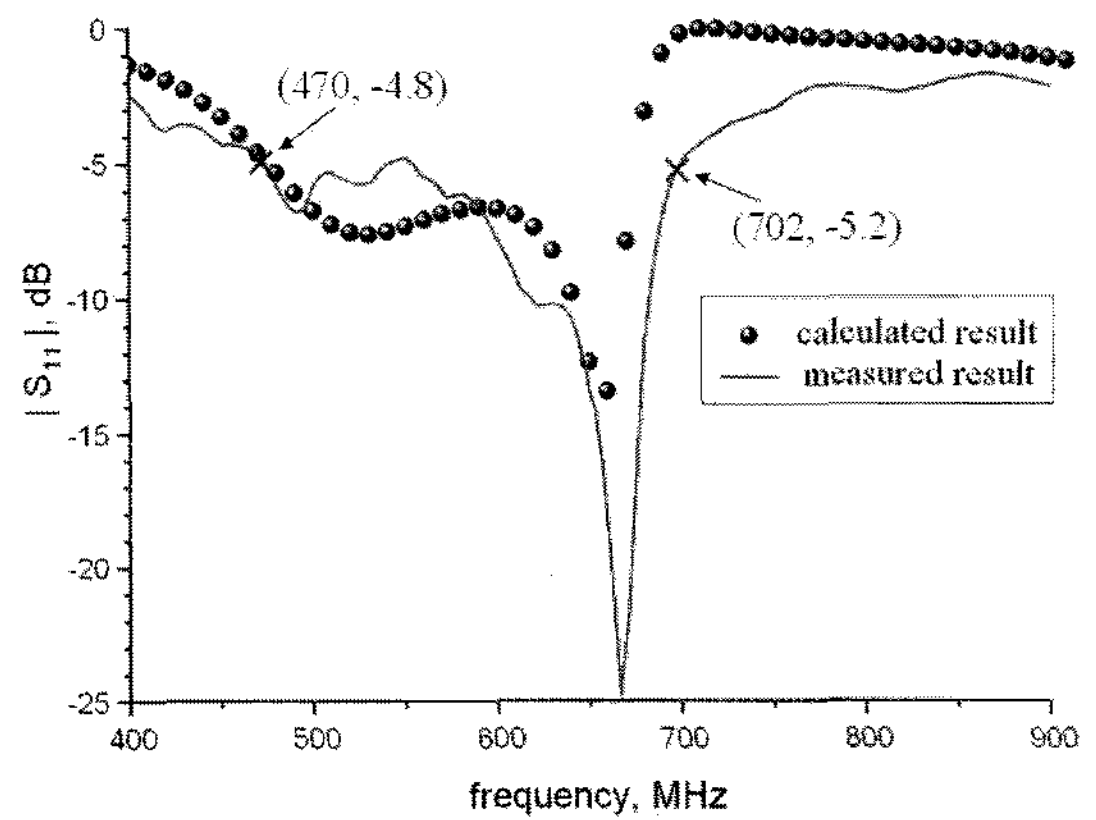
<그림 5> 제안된 DVB-H 안테나 윙 소자의 높이 (W_h)에 따른 반사손실의 변화.

<Fig. 5> Return loss of proposed DVB-H antenna with various height of wing element(W_h).

음을 알 수 있다.

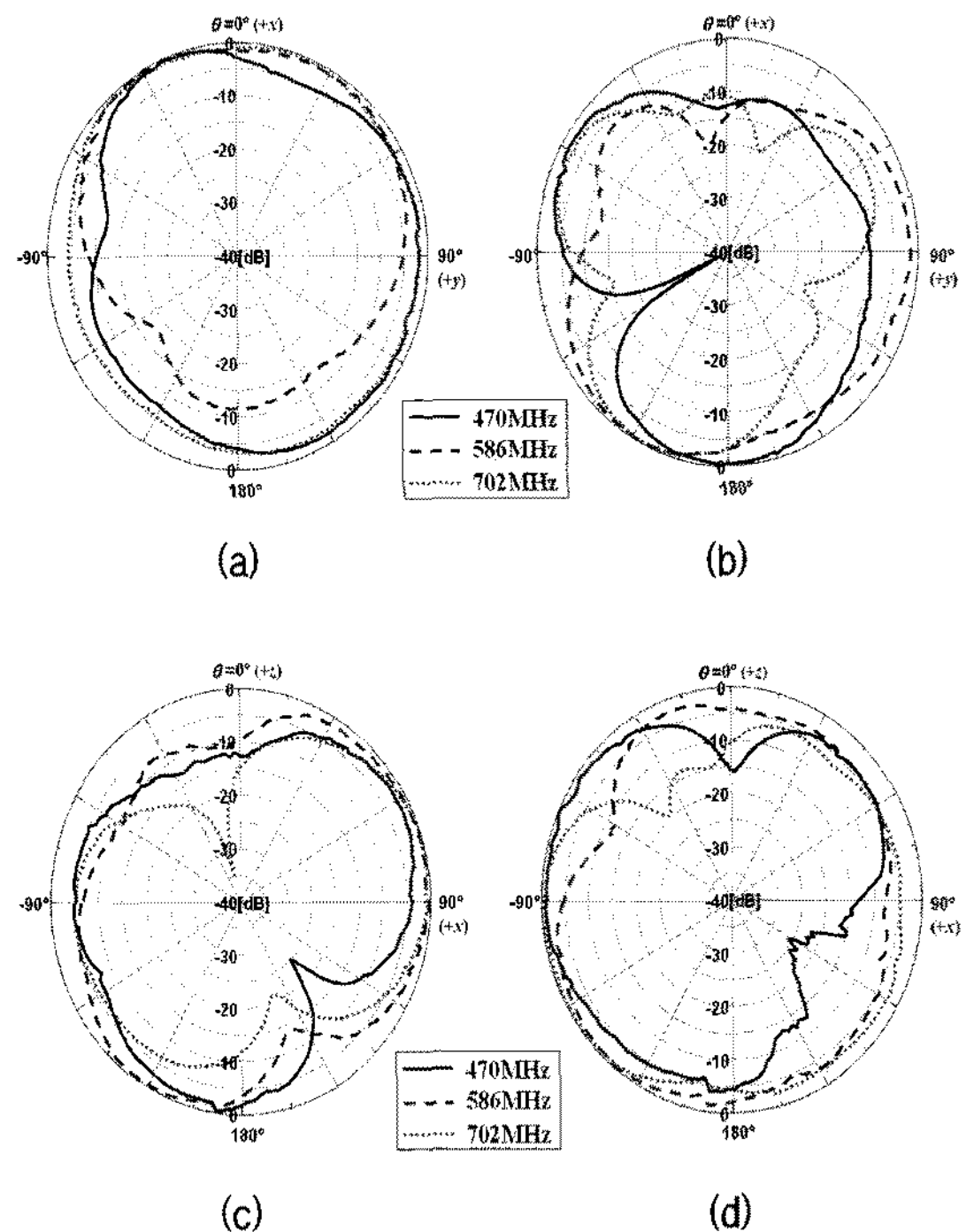
2. 측정 결과

DVB-H 시스템용 안테나의 설계 규격은 ETSI (European Telecommunications Standards Institute)에 서 권고하는 ‘DVB-H implementation guideline’에서 참고하였다 [5]. 안테나의 이득은 -10 dBi (@470MHz), -5 dBi (@862MHz)로 간략하게 소개되어 있으며, 안테나의 정재파비(VSWR)에 대한 언급은 존재하지 않는다. 또한 <그림 6>은 제안된 DVB-H 안테나의 시뮬레이션 및 측정된 반사손실이다. 제안된 안테나는 470~702 MHz대역에서 정재파비 4:1을 만족하고 있다. <그림 7>은 안테나의 측정된 방사패턴



<그림 6> 최종 제안된 DVB-H 안테나의 시뮬레이션 및 측정된 반사손실.

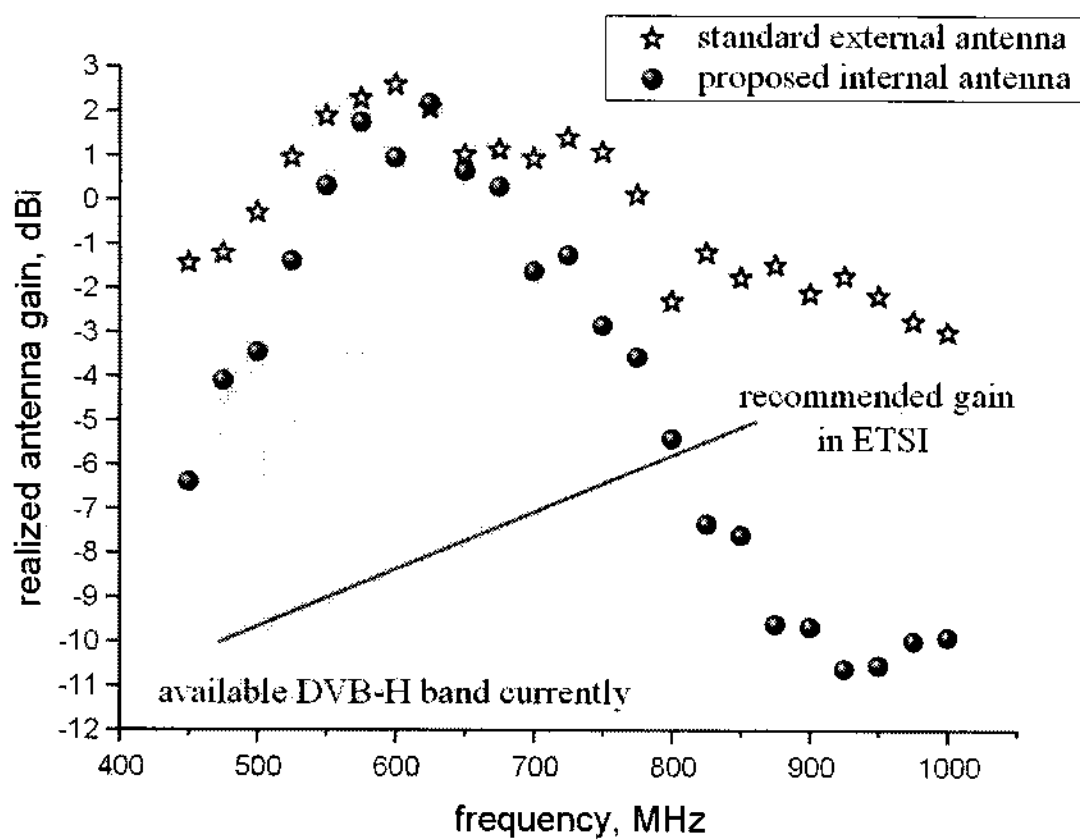
<Fig. 6> Simulated and measured return loss of the finally proposed DVB-H antenna.



<그림 7> 최종 제안된 DVB-H 안테나의 측정된 방사패턴: (a) x-y 평면의 E_θ , (b) x-y 평면 E_ϕ , (c) y-z 평면의 E_θ , (d) y-z 평면의 E_ϕ .

<Fig. 7> Measured radiation patterns of the finally proposed DVB-H antenna:

(a) E_θ in x-y plane, (b) E_ϕ in x-y plane, (c) E_θ in y-z plane, (d) E_ϕ in y-z plane.



<그림 8> 최종 제안된 DVB-H 안테나의 측정된 이득.
 <Fig. 8> Measured gain of the finally proposed DVB-H antenna.

을 나타낸 것이다.

<그림 8>은 측정된 안테나의 이득을 주파수별로 도시한 것이다. 안테나는 470 MHz에서 -5 dBi, 그리고 702 MHz에서 -1.5 dBi로 측정되었으며, 최대 이득은 625 MHz에서 2 dBi를 얻었다. 일반적으로 쓰이는 기준 외장형 안테나 (Standard external antenna)와 비교했을 때, 470 MHz와 702 MHz에서 약 3 dB 낮은 성능을 보이지만, 다른 주파수 대역에서는 전반적으로 유사한 이득을 가지고 있다. 양 끝 주파수에서의 이득 저하는 제안된 내장형 안테나가 외장형에 비해 대역폭이 다소 부족하기 때문이다. 그러나 ETSI 규격과 비교한다면 충분히 만족할 만한 성능을 보여주고 있다.

III. 결 론

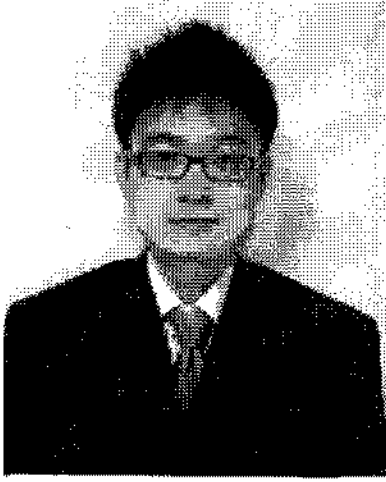
본 논문에서는 McLean의 전기적 소형 안테나의 대역폭 한계를 극복하기 위하여, 안테나의 소형화

방안으로 “구조적인 최적화를 통한 소형화 기법”을 택하여 단말기 내부에 효과적으로 내장시킬 수 있는 비중앙 급전 폴디드 다이폴의 적절한 형태를 찾고자 노력하였다. 그 결과 Shun-Yun Lin의 광대역 ‘ㄷ’형태의 폴디드 다이폴과 확장된 그라운드를 wing 더형 소자라는 방법으로 실현하여 정재파비 4:1 기준으로 470~702MHz의 만족하는 결과를 얻었다. 불어 안테나의 이득은 -5~2dBi의 양호한 결과를 얻어서 ETSI에서 권고하고 있는 규격을 충분히 만족하였다.

참고문헌

- [1] J. S. McLean, "A re-examination of the fundamental limits on the radiation Q of electrically small antennas," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 44, no. 5, pp. 672-676, May 1996.
- [2] O. Edvardsson, "SDA a new family of small antennas used since long time," *Proc. Antennas and Propagation Society International Symp.*, vol. 3, pp. 464-467, July 2001.
- [3] S. Y. Lin, "Multiband folded planar monopole antenna for mobile handset", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 52, no. 7, pp. 1790-1794, July 2004.
- [4] H. D. Foltz, J. S. McLean, and G. Crook, "Disk-loaded monopoles with parallel strip elements," *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, vol. 46, no. 12, pp. 1894-1896, Dec. 1998.
- [5] European Telecommunications Standards Institute, *DVB-H implementation guidelines*, pp. 83-87, Feb. 2005.

저자소개



정 병 운 (Jung, Byungwoon)

2007년 3월 ~ 현재 : LG전자 MC 연구소 선임연구원
2007년 2월 광운대학교 전파공학(박사)
2003년 2월 광운대학교 전파공학(석사)
2001년 2월 광운대학교 전파공학(학사)



이 현 규 (Lee, Hyunkyu)

2004년 3월 ~ 현재 : 광운대학교 전파공학과 박사과정
2000년 2월 : 삼성전자 무선통신연구소 선임연구원
1993년 3월 : 경북대학교 전자공학과(석사)
1988년 3월 : 경북대학교 전자공학과(학사)