

차량용 DMB 안테나를 위한 소형화 된 Folded PIFA 설계

김 상 중* · 우 덕 제*^o · 이 택 경* · 장 원 호**

*한국항공대학교 항공전자 및 정보통신공학부, E-mail : tklee@hau.ac.kr

** (주)에이스테크놀로지, E-mail : whj@acetech.co.kr

Design of The Miniaturized Folded PIFA for The Automobile DMB Antenna

Sang-Joong Kim* · Duk-Jae Woo*^o · Taek-Kyung Lee* · Won-Ho Jang**

*School of Electronics, Telecom., and Computer Engineering, Hankuk Aviation University

**ACE Technology Co., Ltd

요 약

본 논문에서는, PIFA 끝 부분을 접은 DMB 차량용 폴디드 PIFA를 제안한다. PIFA의 단락스트립 반대편 끝 부분을 접음으로써 1/4 파장이 아닌 1/10 파장에서 공진 주파수가 형성된다. 이는 PIFA에 비해 60 % 정도의 안테나 크기 축소 효과를 가진다. 또한 기생패치를 사용했을 때 폴디드 PIFA는 대역폭이 늘어난다. 따라서 제안된 안테나는 차량용 지상파 Digital Multimedia Broadcasting (DMB) 안테나로 응용이 가능하다.

Abstract

In this paper, folded PIFA is proposed by using folding the end point of PIFA for the automobile DMB antenna. By turning down the end point on the opposite side of shortstrip, resonance frequency is presented at not $\lambda/4$ but $\lambda/10$. So the folded PIFA has size reduction effect approximately 60 % as compared to the conventional PIFA. Also by using the parasitic patch, folded PIFA provides wide band performance. As a result, the designed antenna can be in the application of Digital Multimedia Broadcasting(180 ~ 210 MHz) antenna for the automobile.

Key words : Folded PIFA, Size Reduction, Wide Band

I. 서론

디지털 멀티미디어 방송(DMB)은 음성방송의 디지털화가 됨에 따라 종전의 AM, FM 라디오 형태를 넘어 고품질 CD수준의 음질, 다양한 데이터 서비스,

양방향성, 우수한 이동수신 품질, 동영상 정보 등을 제공하는 차세대 미디어 방송이다. 전송수단의 매체에 따라 지상파 DMB와 위성 DMB로 나뉜다. 지상파 DMB 수신기의 경우 TV 채널 8 ~ 12(18

0~210 MHz)를 통해 서비스 되므로 상대적으로 동작 주파수가 높은 위성 DMB(2.63 ~ 2.655 GHz) 수신 단말기에 비해 안테나 크기를 소형화 하기에 어려운 점이 많다. 따라서 VHF, UHF 대역 안테나에서의 소형화연구가 활발히 진행되고 있다.[1]~[5]

TV 채널 8 ~ 12(180 ~ 210 MHz)에서 동작하는 이상적인 PIFA의 경우 약 37 cm의 크기를 가지며 현재 차량용 안테나의 경우 27 cm 크기의 변형된 모노폴 안테나가 출시되어 있다.

본 논문에서는 PIFA의 한쪽 끝 부분을 접음으로써 안테나 크기를 줄일 수 있는 구조를 제시한다. 한쪽 끝 부분을 접었을 경우 그렇지 않은 경우에 비해 안테나 크기를 60 % 정도 소형화 시킬 수 있다. 또한 기생패치를 이용하여 협소한 대역폭을 넓힘으로써 TV 채널 8 ~ 12(180~210 MHz)를 동시에 만족하는 안테나 구조를 제시한다.

제안된 안테나는 차량용 디지털 멀티미디어 방송(DMB) 안테나로써 180~210 MHz에서 동작하도록 설계하였다. 안테나 크기는 150 mm×57 mm×30 mm이며 파장 대비 안테나 크기는 $\lambda/10$ 이다. 상부패치와 하부패치 사이의 높이에 따른 공진 주파수의 변화와 기생패치를 사용했을 경우, 안테나 크기 축소와 대역폭 향상 효과를 분석하였다.

II. 안테나 구조 및 특성

2-1 PIFA 기본 이론

그림 1은 간단한 PIFA 안테나의 구조를 나타낸다. PIFA는 접지면, 패치, 급전선, 단락 스트립으로 구성되어 있다. 단락 스트립은 접지면과 패치면 사이에 부착된다. 패치 한쪽 방사 패치면을 단락 스트립을 이용해 단락시킴으로써 기존의 마이크로스트립 안테나의 크기인 1/2 파장을 1/4 파장 이하에서 공진이 일어나도록 한다. 따라서 안테나의 크기를 반 이상 줄일 수 있다.

동작원리를 살펴보면 마이크로스트립 안테나의 패치 아래 부분에서의 전계분포를 통해 알 수 있다. 패치 가운데 지점에서 전계(z성분)가 0이 되어야 하므로 그 지점에 전계 벽(electronic wall)을 놓을 수 있으며, 이 전계벽을 패치폭 전체에 걸친 단락회로(short circuit)로 구성할 수 있다. 이렇게 되면 동일한 동작 주파수를 지닌 안테나 크기를 반 이상 줄이는 효과가 나타나게 되어 소형화를 가능케 한

다.[6]

특히 PIFA는 유한 접지면 위에 있는 사각형 패치에 급전을 통하여 여기 시키며, 접지면과 함께 복사 소자로서 동작한다. PIFA의 특성은 패치의 높이, 넓이, 길이와 급전부의 위치에 따라 안테나 특성인 이득, 대역폭, 공진주파수가 결정된다. 즉 패치의 길이가 길수록 공진주파수는 낮아지고, 패치의 높이가 높을수록 패치의 폭이 넓을수록 대역폭이 넓어진다. 또한 급전부의 위치에 따라서 급전부와 단락스트립 사이의 간격이 넓을수록 공진 주파수는 증가한다. 이러한 특성을 이용하여 여러 안테나 설계에 응용된다.

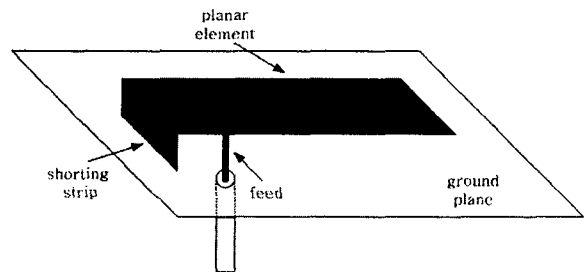


그림 1. PIFA 구조

Fig. 1. Structure of PIFA

2-2 폴디드 PIFA

그림 2는 본 논문에서 제안한 폴디드 PIFA의 구조를 나타낸다. 기존 PIFA의 끝부분을 접은 형태로서 1/4 파장에서 공진주파수가 형성되는 것이 아니라, 1/10 파장에서 공진주파수가 형성되어 크기를 60 % 정도 줄일 수 있다. 즉, 동일한 물리적 길이 내에서 전기적 길이를 더 길게 함으로써 안테나의 크기를 소형화 하였다. 안테나 크기는 150 mm×20 mm×30 mm이며, 공진 주파수는 190 MHz이고, 대역폭은 15 MHz이다.

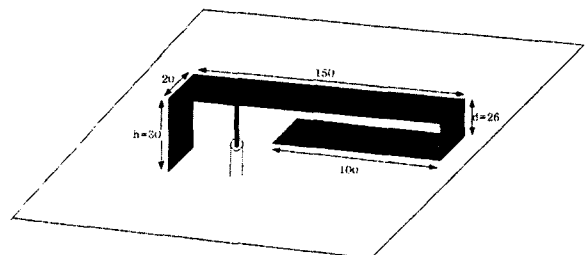


그림 2. 폴디드 PIFA 구조

Fig. 2. Structure of folded PIFA

기본적인 안테나의 특성은 PIFA와 동일하다. 그리고 상부 패치와 접지면 사이의 간격($h=30$)을 고정된 상태에서 상부패치와 하부패치 사이의 간격(d)이 클수록 즉, 하부패치가 접지면과 가까워 질수록 공진 주파수는 낮아지지만, 대역폭은 줄어든다.

하부패치와 접지면 사이의 간격(d)에 따른 안테나 공진 주파수 변화를 비교하기 위해 CST사의 MW Studio를 사용하여 시뮬레이션한 결과를 그림 3에 나타내었다. 표 1에는 d 길이에 따른 공진 주파수와 3 dB 대역폭을 정리하였다.

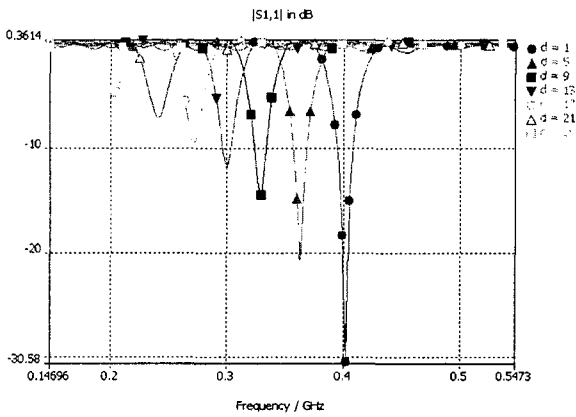


그림 3. d 길이에 따른 공진 주파수 변화
Fig. 3. Variation of resonance frequency vs. length of d

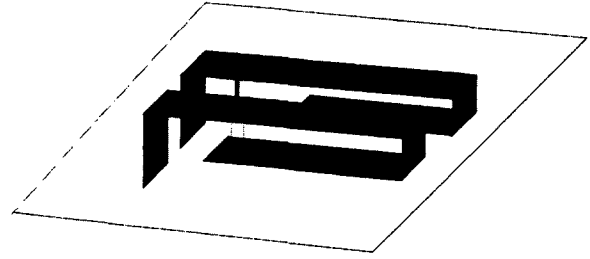
d 의 길이(mm)	공진 주파수(MHz)	3dB 대역폭(MHz)
25	200	18
21	240	23
17	273	24.5
13	300	26
9	330	27.5
5	363	28.5
1	401	32

표 1. d 길이에 따른 공진 주파수와 대역폭 변화
Table 1. Variation of resonance frequency and bandwidth vs. length of d

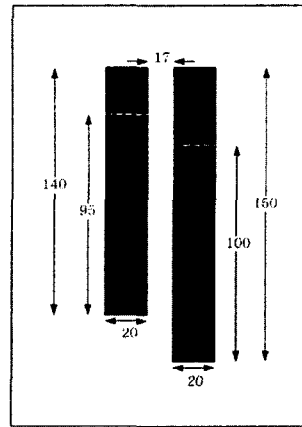
2-3 기생패치를 이용한 폴디드 PIFA

앞에서 제시한 폴디드 PIFA는 지상파 DMB TV 채널 8 ~ 12 대역폭을 만족하지 못한다. 그림 4는 이러한 대역폭 문제를 개선하기 위한 기생패치를 이용한 폴디드 PIFA 구조이다. 안테나의 크기는

150 mm×57 mm×30 mm 이다.



(a) 입체도
(a) 3D view



(b) 윗면
(b) Top view

그림 4. 기생패치를 이용한 폴디드 PIFA 구조
Fig. 4. Structure of folded PIFA by using parasitic patch

급전되는 패치 옆에 기생패치를 두어, 주 공진 이외에 기생 공진을 일으켜 이중 공진 효과를 얻음으로써 대역폭을 향상시킨다. 폴디드 PIFA인 경우 공진 주파수 185 MHz에서 대역폭이 15 MHz 정도 나타나지만, 이러한 기생패치를 이용할 경우 210 MHz에서도 다른 기생 공진이 발생하여 대역폭을 늘릴 수 있다. 그림 5는 기생패치를 이용한 폴디드 PIFA의 공진주파수를 나타낸다. 10 dB이하 대역폭을 살펴보면 40 MHz이다.

그림 6은 안테나 방사 패턴을 나타낸다. 이상적인 PIFA의 방사 패턴에 비해 약간 기울어진 형태로 나타나지만, 전체적으로 양호한 방사 패턴을 보인다.

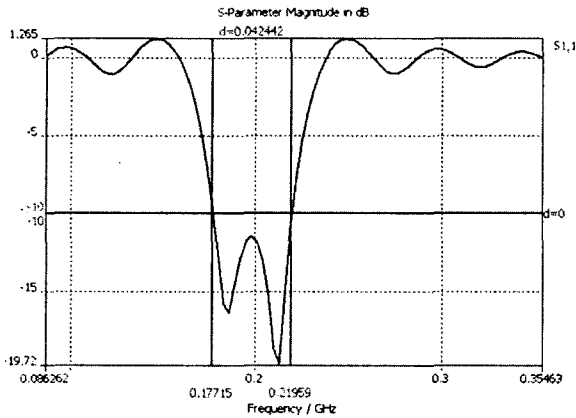
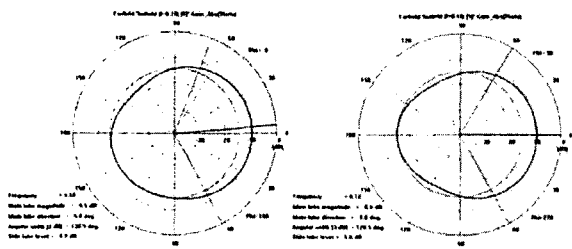


그림 5. 기생패치를 이용한 폴디드 PIFA의 공진주파수

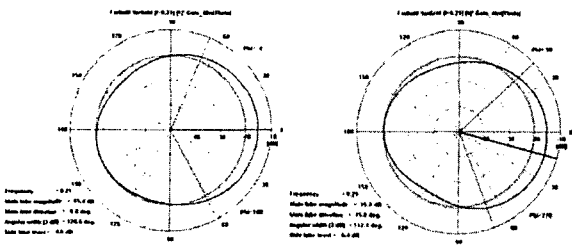
Fig. 5. Resonance frequency of folded PIFA by using parasitic



E-plane H-plane

(a) 공진 주파수 180 MHz

(a) Resonance frequency at 180 MHz



E-plane H-plane

(b) 공진 주파수 210 MHz

그림 6. 안테나 패턴

Fig. 6. Radiation pattern

III. 결론

본 논문에서는 기생패치를 이용한 폴디드 PIFA를 설계하였다. 제안된 구조를 통하여 TV 채널 8 ~ 12(180~210 MHz) 차량용 디지털 멀티미디어 방송 수신 안테나의 소형화 가능성을 제시하였다. 폴디드 PIFA를 이용하면 동일한 크기의 PIFA와 비교했을 때 60 % 정도의 크기를 소형화 할 수 있다. 또한 기생패치를 이용한 폴디드 PIFA는 폴디드 PIFA보다 대역폭이 40 MHz로 2배 이상의 광대역 특성이 나타나는 것을 확인하였다.

참고 문헌

- [1] Kamal Sarabandi, "Design of an Efficient Miniaturized UHF Planar Antenna", *IEEE Antennas and Propagation*, vol. 51, no. 6, pp. 1270-1276, Jun. 2003.
- [2] Steven R. Best, "A Comparison of the Resonant Properties of Small Space-Filling Fractal Antennas", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 2, pp. 197-200, 2003.
- [3] Steven R. Best, "On the Resonant Properties of the Koch Fractal and Other Wire Monopole Antennas", *IEEE Antennas and Wireless Propagation Letters*, vol. 1, pp. 74-76, 2002.
- [4] R Breden and R J Langley, "Printed Fractal Antennas", *IEE National Conference on Antennas and Propagation*, no. 461, 1999
- [5] S.D. Eason, R. Libonati, "UHF Fractal Antennas", *IEEE Antennas and Propagation Society International Symposium*, vol. 3, July, 2001
- [6] 박정호, 김남, "이중 주파수에서 동작하는 PIFA의 설계 및 분석", 한국전자파학회논문지 제 12 권 1호, pp 107-116