

CPW 급전 광대역 슬롯 안테나 설계

신 경 섭 · 김 영 두 · 염 찬 규 · 이 홍 민

경기대학교 전자공학과

전화 : (031) 246-8746 / 팩스 : (031) 249-9796

Design of Wide-Band Slot Antenna with CPW-Fed

Kyung-sup Shin, Young-do Kim, Chan-kyu Yeom, Hong-min Lee

Department of Electronics Engineering Kyonggi University

San 94-6, Yuii-Dong, Paldal-Gu, Suwon-Si, Kyonggi-do, Korea

E-mail: kal2s@dreamwiz.com

Abstract

In this paper, a new design for a Coplanar Waveguide (CPW) fed wide-band slot antenna is presented. To enhance the impedance bandwidth of the slot antenna, we proposed the tapering slot structure. A various resonance modes are generated in the tapering slot. The impedance bandwidth of the proposed antenna is about 12:1 (2.0GHz~24.3GHz) with $VSWR \leq 2$. Simulation results for return loss and radiation pattern are presented.

keyword : CPW, Wide-band, slot antenna.

I. 서 론

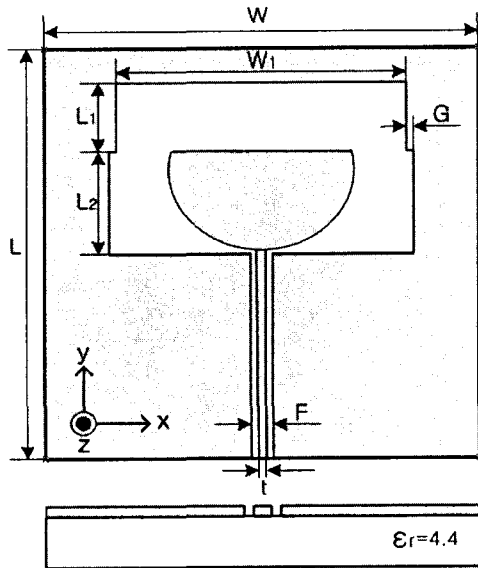
최근 이동 통신기술의 발달로 주파수의 활용범위가 증대되고 있으며, 이에 따라 광대역 특성을 갖는 안테나의 연구가 진행되어 지고 있다. 3세대 이동통신인 IMT-2000 통신과 함께 4세대 이동통신은 광대역 디지털 이동통신 시스템으로서 개발이 이루어지고 있다. 또한 광대역 특성은 LAN(Local Area Network)과 PAN(Personal Area Network)등의 근거리 통신 분야에서 관심이 집중되고 있다.

무선이동통신은 휴대성을 최대한 보장하기 위하여 경량화, 소형화에 초점을 맞추며 그로인해 마이크로 스트립 패치 안테나에 관심이 쏠리게 되었다. 그러나 일반적인 마이크로 스트립 패치 안테나는 좁은 대역폭을 갖는다는 단점이 있다. 이러한 협대역 특성으로는 광대역 통신에 적합하지 않기 때문에 광대역 특성을 위한 슬롯안테나와 CPW 급전구조 방식의 연구를 진행하게 되었다. CPW 급전 구

조^[1]는 마이크로 스트립 선로에 비해 분산이 적고, 광대역 특성을 얻을 수 있으며, 접지면과 동일면에 급전구조를 구현함으로써 급전 손실을 줄일 수 있다. 또한 Via-hole을 사용하지 않고 수동소자나 능동소자의 직·병렬 부착이 용이하여 회로를 소형화할 수 있다. 본 논문에서는 위에서 언급한 CPW 급전 특성을 이용하여 급전 종단부에 반원 구조를 갖는 광대역 안테나를 설계하였다. 제안된 CPW 급전 슬롯 안테나^{[2],[3],[4]}는 급전 종단부의 반원 구조와 곡선 테이퍼형 슬롯 사이에 다수의 공진 모드를 발생시켜 광대역 특성을 얻도록 하였다. 따라서 본 논문에서는 CPW 급전 구조와 슬롯 사이의 다중 공진을 이용한 형태의 광대역 슬롯 안테나^[5]를 제안하고자 한다. 제안된 안테나는 단일 평면 구조로 간단한 설계가 가능하며 제작 과정이 평판회로 공정 기법을 통해 이루어지므로 제작의 용이성과 정확성 및 대량 생산과 제작비용 절감의 효과를 가져 올 수 있다.

II. 안테나 설계 및 분석

본 논문에서 제안된 안테나는 CPW 급전구조와 곡선 테이퍼형 슬롯의 부설로 대역폭이 넓은 특성을 얻었으며 설계된 안테나의 구조를 그림 1에 제시하였다. 제안된 CPW 급전 구조는 광대역 특성을 얻을 수 있고 선로상의 급전 손실을 줄일 수 있으며 임피던스 정합이 용이하기 때문에 적용되었다. 또한 곡선 테이퍼형 슬롯과 급전부의 반원 구조로 인해 슬롯의 폭이 점차 증가하는 구조로 여러 개의 공진 모드를 얻을 수 있기 때문에 다중 공진으로 인한 광대역 효과^[5]를 가져 올 수 있으며 이는 슬롯의 길이 변화에 따라 슬롯 폭이 변화하여 얻는 효과를 이용한 구조이다. 곡선 테이퍼형 슬롯과 급전 구조의 접합부에서 곡선면에 의해 넓은 주파수 대역의 임피던스 정합을 이룰 수 있다. 안테나 설계에 있어서 정합을 위해 고려될 파라미터로는 CPW 급전 구조와 곡선 테이퍼 부분이 큰 변수로 작용하게 된다. 본 논문에서는 FR-4 ($\epsilon_r=4.4$, $T=1.6mm$) 기판을 사용하였으며 CPW 급전 방식으로 급전선 특성 임피던스는 약 50Ω 이고 2GHz부터 24GHz까지의 대역폭을 갖는 안테나를 설계하였다.



$L \times W = 60mm \times 60mm$, $L_1 \times W_1 = 10mm \times 40mm$
 $L_2 = 15mm$, $G = 2mm$, $F = 4mm$, $t = 2.4mm$
 원 반경=15mm

그림 1. CPW 급전구조를 갖는 슬롯 안테나의 구조

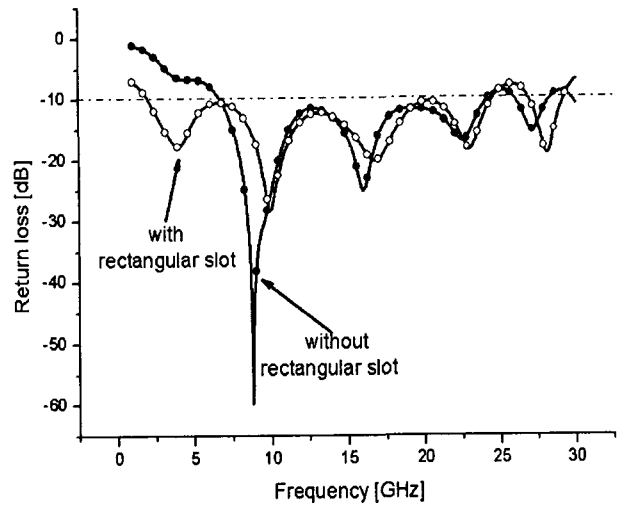


그림 2. 추가적인 사각 슬롯에 의한 반사손실

제안된 안테나에 추가적인 사각 슬롯의 부설 유무에 따른 반사 손실(Return loss) 특성을 그림 2에 나타내었다. 추가적인 사각 슬롯을 부설하지 않았을 경우에는 공진 주파수가 6.6GHz에서부터 시작하지만 추가적으로 사각 슬롯을 부설하였을 경우에는 공진 주파수가 2.0GHz에서 시작하는 것을 알 수 있다. 이러한 이유는 사각 슬롯을 부설하지 않았을 경우에는 하단의 슬롯에서만 여러 개의 공진 모드가 발생한 다는 것을 알 수 있으나 사각 슬롯이 부설되었을 경우에는 4GHz 정도의 대역폭을 갖는 공진 모드가 사각 슬롯에서 추가적으로 발생하는 것을 알 수 있다. 추가적인 사각 슬롯의 부설로 인하여 전체적인 임피던스 대역폭을 약 4GHz 가량 증가함을 보인다.

제안된 안테나의 방사 패치상의 표면전류(Surface current) 분포를 그림 3에 나타내었다. CPW 급전 구조를 통해 입사된 표면 전류는 곡선면을 갖는 슬롯으로 강하게 방사가 일어나며 이때 슬롯의 곡선면을 따라 표면 전류가 분포하는 것을 볼 수 있다. 그러므로 제안된 안테나에서 곡선 테이퍼형 슬롯은 x 축의 증가에 따라 y 축의 폭이 증가하여 여러 개의 공진모드를 발생 시킬 수 있음을 보여주며 그로인해 제안된 안테나가 광대역 특성을 얻을 수 있는 구조임을 확인하였다. 또한 추가적인 사각 슬롯 주의에 표면전류의 흐름을 관찰할 수 있으며 그림 2에서 언급한 4GHz 대역폭의 공진 모드가 발생함을 표면 전류의 분포도를 통하여 알 수 있다.

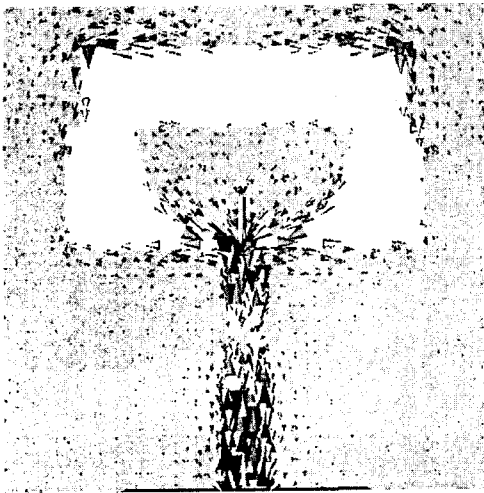


그림 3. 제안된 안테나의 표면 전류 분포

그림 4에 제안된 안테나의 방사 패턴을 나타내었다. 사각 슬롯이 부설되어 공진이 일어나는 주파수인 3.9GHz에서는 슬롯의 구조가 대칭적이기 때문에 양방향 대칭 패턴이 형성되며 곡선 테이퍼형 슬롯의 구조적 비대칭 영향으로 15°와 165° 부근에서 최대를 이루고 있다. 또한 11GHz와 24GHz에서는 곡선 테이퍼형 슬롯에서의 방사 패턴으로 슬롯의 구조에 의해 약간 일그러진 패턴을 보이고 있으나 광대역 안테나에 적용하기에는 문제가 없을 것으로 사료된다. 곡선 테이퍼형 슬롯에서의 복사패턴은 유사한 결과를 볼 수 있으며 슬롯이 x축에 대해 비대칭인 구조이기 때문에 주파수에 따라 약간은 상이한 패턴을 보이기도 한다. 그러나 이는 안테나의 성능에는 큰 영향을 미치지 못할 것이다.

그림 5는 제안된 CPW 급전구조의 슬롯 안테나의 주파수에 따른 이득을 나타내었다. 임피던스 대역폭을 만족하는 모든 대역에서 4dBi 이상인 이득을 보이고 있으며 특히 16GHz에서 20GHz 대역에서는 7dBi 이상의 이득을 보이고 있다. 또한 전 대역에서 비교적 일정한 이득을 나타내고 있으며 이는 본 논문에서 제안한 안테나는 이득 면에서도 광대역 특성을 만족하였다. 안테나의 최대 이득은 임피던스 대역폭을 만족하는 전 대역에서 4.05~7.64dBi 사이의 값을 가진다. 그러므로 제안된 안테나는 광대역 안테나로 사용이 가능할 것으로 사료된다.

그림 6에 제작된 안테나와 측정된 반사손실 특성을 나타내었다. 측정된 반사손실 특성은 1.8GHz부터 20GHz 이상까지 측정되었으며, 시뮬레이션을 통한 설계치 보다 좋은 반사손실 특성을 보인다.

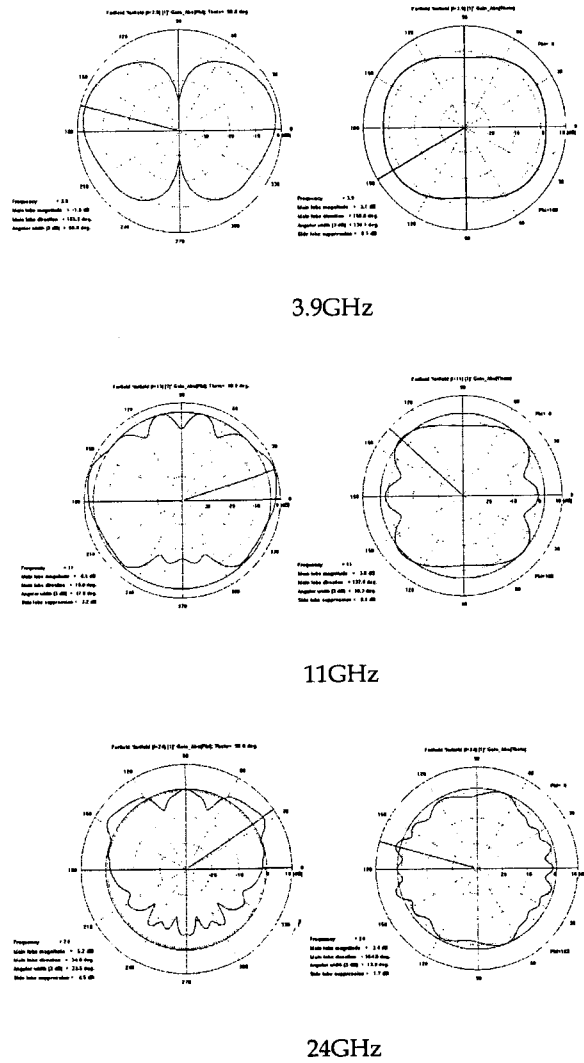


그림 4. 제안된 안테나의 방사 패턴

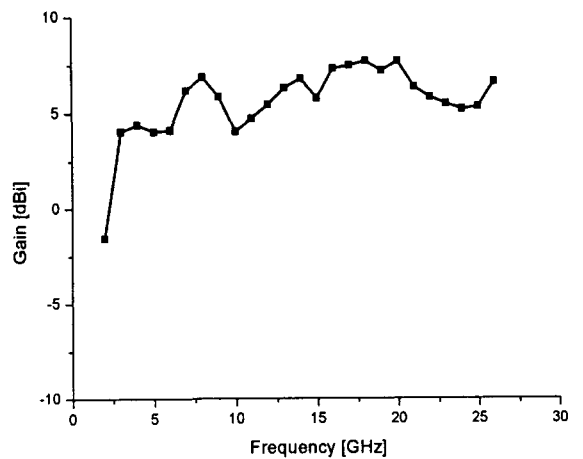


그림 5. 제안된 안테나의 이득

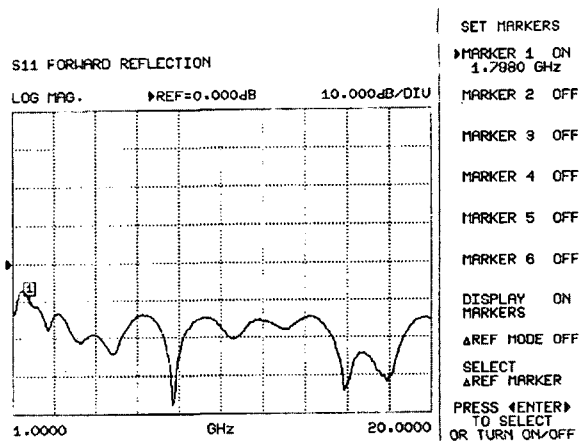
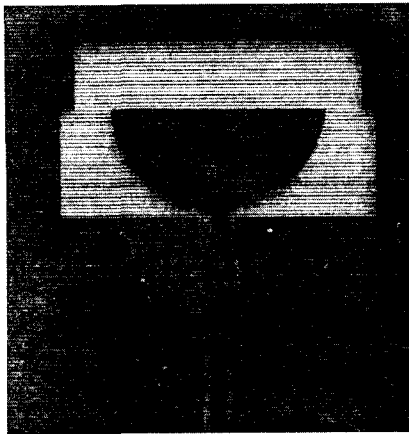


그림 6. 제작된 안테나 및 반사손실

III. 결 론

본 논문에서는 CPW 급전구조와 슬롯사이의 곡선면을 이용하여 다중 모드를 발생시키는 광대역 슬롯 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 급전 구조와 슬롯사이의 곡선면을 이용함으로써 광대역에서 임피던스 정합을 얻어냈다. 표면 전류 분포도를 통해 x축으로 슬롯길이가 늘어남에 따라 y축으로의 슬롯 폭이 증가하여 여러 개의 공진 모드를 발생시킴으로 넓은 대역에서 임피던스 대역폭을 만족함을 확인 하였으며 방사패턴은 x축의 비대칭으로 인하여 패턴에 약간의 일그러짐을 보였으나 전 대역에서 동일한 패턴을 관찰하였으며 높은 주파수에서 후엽은 주 방사 빔에 비해 극히 작은 크기로 안테나에 큰 영향은 미치지 않을 것으로 사료된다. 제안된 안

테나의 이득은 임피던스 대역을 만족하는 모든 구간에서 4dBi 이상으로 일정함을 보여줌으로써 제안된 안테나가 광대역 안테나로의 사용이 가능함을 보여주고 있다.

본 논문에서는 표면 전류 분포, 방사패턴 및 이득의 관점에서 광대역 특성을 확인 할 수 있었으며 임피던스 대역폭은 12:1 (2.0GHz~24.3GHz)이며 이득은 약 5.738dBi (@15GHz)를 나타낸다. 그러므로 제안된 안테나는 광대역 안테나로의 사용이 가능할 것으로 사료된다.

참 고 문 헌

- [1] Laurent Giauffret, Jean-Marc Laheurte and A. Papiernik, "Study of various shapes of the coupling slot in CPW-Fed microstrip antennas", *IEEE Trans. Antennas Propagat.*, Vol. 45, No. 4, pp. 642-647, Apr. 1997
- [2] M. Miao, B. L. Ooi and P. S. Kooi, "Broadband CPW-Fed wide slot antenna", *Microwave Opt. Technology Lett.*, Vol. 25, No. 3, May 2000
- [3] Alpesh U. Bhoje, Christopher L. Holloway and Melinda Picket-May, "CPW fed wide-band hybrid slot antenna", *IEEE Int. Antennas Propagat. Symp. Dig.*, vol. 38, pp. 636-639, Jul. 2000
- [4] Jen-Fen Huang and Chih-Wen Kuo, "CPW-fed bow-tie slot antenna", *Microwave Opt. Technology Lett.*, Vol. 19, No. 5, Dec. 1998
- [5] Horng-Dean Chen, "A Broadband CPW-fed square slot antenna", *IEEE APMC*, Taiwan, 2001