

초광대역 통신용 CPW 급전 폴디드 슬롯 안테나

CPW Feeding Folded Slot Antenna of Ultra Wide Band(UWB) Communications.

변중현 (광운대, 석사과정) 이병제 (광운대, 교수) 이종철 (광운대, 교수) 김종현 (광운대, 교수) 김남영 (광운대, 교수) 박면주 (광운대, 교수)

목 차

- | | |
|----------------|------------|
| I. 서론 | 2. 모의 실험결과 |
| 1. 연구배경 및 목적 | 3. 제작 및 측정 |
| II. 본론 | III. 결론 |
| 1. 안테나 구조 및 설계 | |

I. 서론

1. 연구배경 및 목적

최근 이동통신 및 위성통신 등 무선통신의 급속한 발달로 휴대용 통신에서 광대역 통신으로 그 주파수 활용대역이 넓어지고 있다. 2002년 2월 미국연방통신위원회(FCC)가 3.1~10.6GHz 대역의 UWB를 승인한 이래로 저렴한 가격 및 저전력이며 Multi-path에 강건하고 주파수를 공유할 수 있다는 측면에서 UWB 통신은 차세대 무선 기술로 각광을 받고 있다. 이에 안테나도 UWB 시스템에 적합한 광대역 특성, 소형인 안테나의 필요성이 대두되고 있다.[1]

일반적으로 UWB 통신용 안테나는 양호한 임피던스 대역폭과 패턴대역폭, 높은 방사효율, 저렴한 가격, 공정의 용이성 및 시스템에 적합성을 위해 Low-profile, 경량, 소형의 특성을 가질 것을 요구 받는다.[2]-[3]

기존에 대수주기 안테나와 스파이럴 안테나와 같은 다양한 UWB 안테나가 존재하였지만 이런 안테나는 short pulse 에 사용하기는 적합하지 못하며 안테나의 다른 부분들로부터 다른 주파수 성분들이 방사되므로 방사된 파형의 왜곡과 stretches out 의 원인이 된다.[4] 또한 fractal 안테나는 그 특성에 비해 구조가 복잡하여 구현에 어려움이 있으며 bi-conical 안테나는 앞서 설명한 UWB 안테나의 요구사항에 부합하기 힘들다는 단점을 가지고 있다.

그러므로 본 논문에서는 UWB 통신용 주파수 범위 (3.1~10.6 GHz) 에서 양호한 임피던스 특성과 공정의 용이성을 가진 Low-profile한 형태의 CPW 급전방식을 이용한 폴디드 슬롯 안테나를 제안하였다.

CPW(Coplanar Waveguide) 급전방식은 마이크로 스트립 선로에 비해 공정상의 단순함과 인접선로와의 작은 혼선 및 불연속 구조에서의 복사손실이 적고 동일기판 평면상에서 수동소자의 병렬연결이 용이하며 공정상의 비아홀과 같은 추가

적인 공정이 불필요하며 Group delay 특성이 좋다는 장점을 가지고 있다.[5] 또한 본 논문에서는 테이퍼 형태의 슬롯의 간격과 전체 슬롯과의 간격을 이용하여 광대역 특성을 나타나게 설계하였다. 제안된 안테나의 대역폭은 정재파비 (VSWR) 2:1 기준으로 3.1GHz에서 11.3GHz가 측정되었으며 가장 높은 주파수와 가장 낮은 주파수의 비가 3.64이고 113.9%의 넓은 임피던스 대역폭을 얻었다.

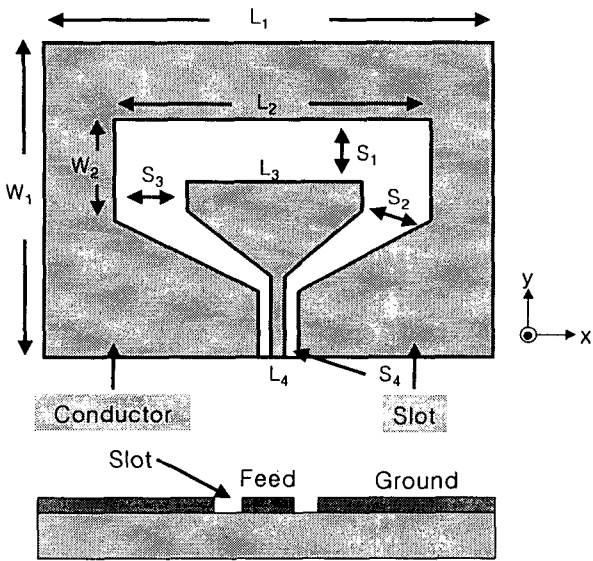
II. 본론

1. 안테나 구조 및 설계

본 논문에서 제안하는 안테나 구조를 그림 1에 나타내었다. 제안한 안테나는 기존의 사각 폴디드 슬롯 안테나에서 50Ω CPW 급전선로를 통해 테이퍼드 형태의 슬롯과 S₁, S₂, S₃ 슬롯 간격을 조절한 형태이다. 유전율 $\epsilon_r = 4.7$, 두께 ($t=1.6\text{mm}$)인 FR4 기판을 사용하였으며 구체적인 치수는 표 1에 나타내었다.

일반적인 사각 폴디드 슬롯 안테나의 경우 공진은 슬롯의 길이에 의해서 결정되고 임피던스 정합은 슬롯의 폭을 가변시켜서 얻을 수 있지만 일반적으로 대역폭이 좁다는 단점을 가지고 있다. 광대역 특성은 CPW 급전부에 변화를 주는 경우와 CPW 급전 구조에 변화 없이 슬롯의 모양과 간격을 변화해서 광대역 특성을 나타나게 하는 방법이 있다. 본 논문에서는 이중 슬롯의 모양을 테이퍼드 형태의 슬롯을 이용해서 임피던스의 변화를 줄이고 슬롯간격을 이용해서 광대역 특성을 나타나게 하였다. 따라서 CPW 급전라인의 폭 L_4 와 슬롯 간격 S_4 는 50Ω이 되도록 하기 위해 $L_4=1.2\text{mm}$, $S_4=0.66\text{mm}$ 로 각각 정하였으며 그리고 안테나의 전체크기는 35×29mm로 정하였다. 나머지 기하학적 변수 ($L_2, L_3, L_4, W_1, W_2, S_1, S_2, S_3$) 들은 변화를 주어서 최

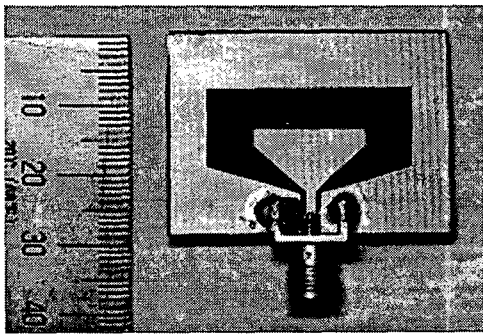
적의 값들을 갖도록 모의 실험을 통해 도출하였다. 그림2는 제작된 폴디드 슬롯 안테나의 실물 사진이다.



<그림1> CPW 급전 폴디드 슬롯 안테나 구조

<표 1> 제안된 안테나의 세부적인 치수

$L_1 = 35\text{mm}$	$W_2 = 11.8\text{mm}$
$L_2 = 25.8\text{mm}$	$S_1 = 6\text{mm}$
$L_3 = 14.2\text{mm}$	$S_2 = 6.72\text{mm}$
$L_4 = 1.2\text{mm}$	$S_3 = 5.8\text{mm}$
$W_1 = 29\text{mm}$	$S_4 = 0.66\text{mm}$



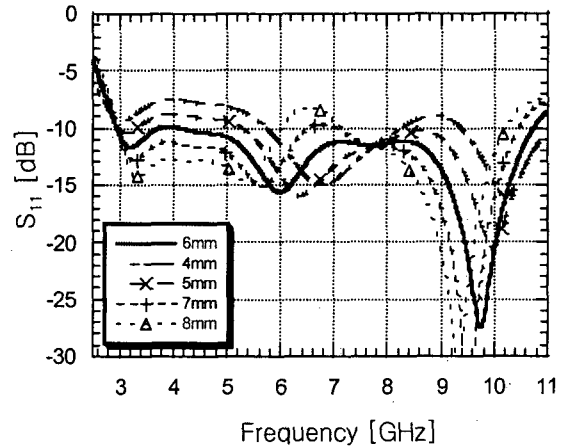
<그림2> 폴디드 슬롯 안테나 실물 사진

2. 모의 실험결과

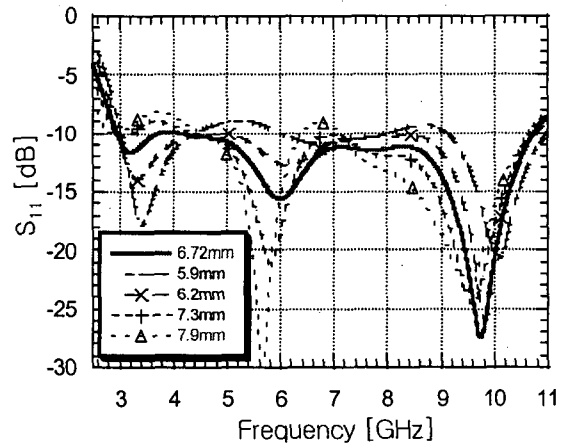
폴디드 슬롯 안테나는 안테나의 크기의 변화와 매칭 회로 없이 입력 임피던스를 조절할 수 있는 장점을 가지고 있다.[6]-[8] 슬롯의 폭 S_1, S_2, S_3 를 변화해서 임피던스를 조절할 수 있다. 그림3, 그림4, 그림5는 각각 S_1, S_2, S_3 변화에 따른 모의 실험결과이다. 모의 실험을 통해서 S_1 이 증가할수록 안테나의 임피던스는 줄어들고 있다. 그러나 S_1 이 6mm이상 이 되었을 때 6~7GHz대역의 정합이 안 좋아 지는 것을 알

수 있다. 테이퍼드 슬롯 S_2 는 슬롯간의 간격이 좁을 때 3GHz 주파수 대역의 정합은 좋지만 6GHz대역의 정합이 안 좋다. 간격이 증가할수록 3GHz대역의 정합은 안 좋아 지지만 6GHz대역과 10GHz대역의 정합이 좋아지고 S_3 는 슬롯 간격이 증가할수록 6GHz 대역의 정합은 나빠지지만 3GHz대역과 10GHz대역의 정합이 좋아지는 것을 알 수 있다.

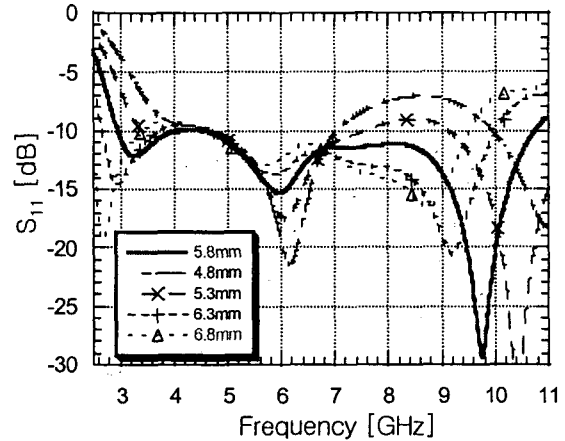
모의 실험결과 최적화된 변수들의 값은 S_1, S_2, S_3 는 각각 6mm, 6.72mm, 5.8mm 이다.



<그림3> S_1 의 변화에 따른 모의 실험결과



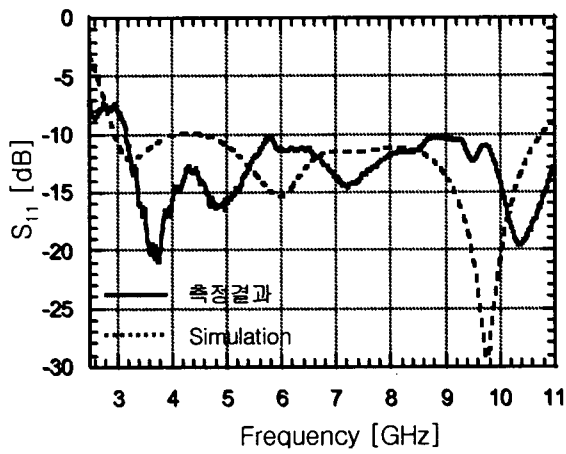
<그림4> S_2 의 변화에 따른 모의 실험결과



<그림5> S_3 의 변화에 따른 모의 실험결과

3. 제작 및 측정

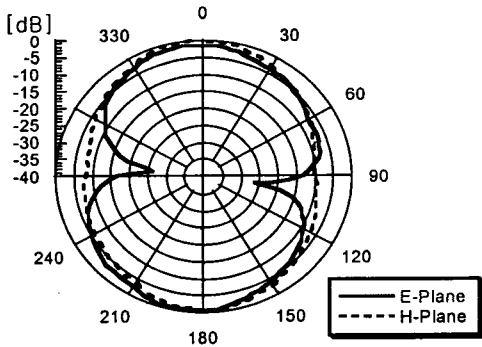
그림 6은 제작된 안테나의 시뮬레이션과 제작된 폴디드 슬롯 안테나를 HP 8510C network analyzer를 이용해 측정된 결과를 비교한 것이다. 정재파비(VSWR) 2:1 기준으로 했을 때 모의 실험결과 2.91~10.7GHz로 114.5%의 임피던스 대역폭을 얻을 수 있었으며 폴디드 슬롯 안테나의 경우 3.1~11.3GHz로 113.9%의 임피던스 대역폭을 얻을 수 있었다. 모의 실험결과와 측정결과가 공진위치의 변화가 있었는데 제작의 에칭의 문제와 CPW 급전방식에서의 문제로 야기되었지만 정재파비(VSWR) 2:1 이하의 요구대역을 만족하는 것을 확인하였다.



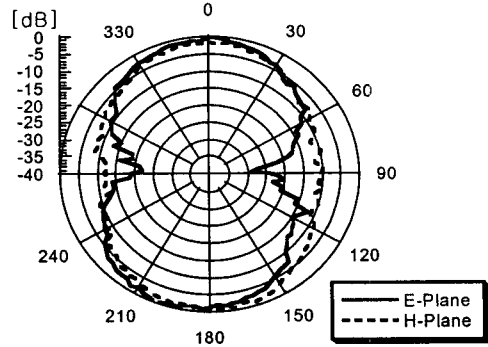
<그림6> 모의 실험 및 측정된 반사손실

안테나의 방사패턴을 Anechoic Chamber에서 측정한 결과를 그림7 (a), (b), (c), (d)에 나타내었다. 3.1GHz, 6GHz, 8GHz, 10.6GHz의 4개 주파수에서 안테나의 방사패턴과 이득을 측정하였으며 각각 E-Plane 과 H-Plane을 나타내었다.

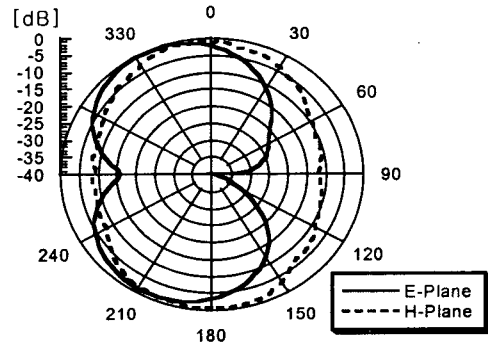
안테나의 x-y 평면을 기준으로 전후방으로 방사하고 있다. 3.1GHz와 6GHz는 양호한 패턴을 보였지만 8GHz는 30° 정도 기울어져 있다. 이는 그라운드 크기의 비대칭 때문이고 10.6GHz 대역은 파장이 짧아서 나타나는 현상이다. 안테나의 이득은 0.8~5.38dBi이다.



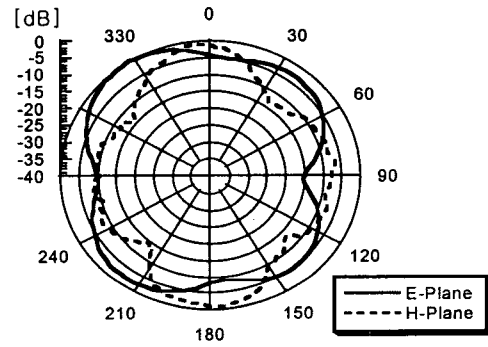
(a) 3.1GHz



(b) 6GHz



(c) 8GHz



(d) 10.6GHz

<그림7> 폴디드 슬롯 안테나의 방사패턴

III. 결론

<표 2> 설계사양과 측정결과

설계 사양	설계 사양	측정 결과
주파수(GHz)	3.1 ~ 10.6	3.1 ~ 11.3
대역폭	109.5%	113.9%
정재파비(VSWR)	2:1	2:1

<표 3> 방사패턴 결과

주파수	이득	성취도	비고
3.1GHz	0.8dBi	만족	
6GHz	3.418dBi	만족	
8GHz	4.782dBi	불만족	30° 기울어짐
10.6GHz	5.38dBi	불만족	

표1과 2는 대역폭과 방사패턴을 정리한 결과이다. 본 논문에서는 초광대역 통신용으로 사용하기 위해 CPW 급전을 이용한 폴디드 슬롯 안테나를 설계, 제작, 측정을 해 보았다. 폴디드 슬롯 안테나의 슬롯의 간격을 이용해서 넓은 대역에 임피던스 정합을 이뤄낼 수 있었다. 3.1GHz~10.6GHz 까지 전 대역을 만족하는 임피던스 대역폭을 얻었다.

그러나 패턴에 있어서 높은 주파수에서 패턴이 일정하지 않으며 보다 소형화를 시켜야 하는 과제를 가지고 있다.

참고문헌

1. FCC, "New Public Safety Applications and Broad band internet Access among Uses Envisi- oned By FCC Autorization of Ultra Wideband Technology," FCC News, Feb.2002
2. Zhi Ning Chen, Xuan Hui Wu, Ning Yang, M.Y.W Chia, "Design Considerations for Antennas in UWB Wireless Communication Systems." Antennas and Propagation Society International Symposium, 2003, IEEE, vol. 1, June 22-27 ; 2003, pp. 822-825, 2003.
3. Lule, E., Babij, T., Siwiak, k., " Analysis Using FDTD of Ultra-Wideband Dipole Antennas." Antennas and Propagation Society International Symposium, 2003 IEEE, vol. 1, June 22-27 ; 2003, pp. 838-841, 2003.
4. Xianming Qing, Wah chia, M.Y., Xuanhui Wu, "Wide-slot Antenna for UWB Applications." Antennas and Propagation Society International Symposium, 2003, IEEE, vol. 1, June 22-27 ; 2003, pp. 834-837, 2003.
5. K.C. Gupta, Ramesh Garg, Microstrip Lines and Slotlines, Artech House, 1996
6. Huan-shang Tsai, Yor, R.A, "FDTD Analysis of CPW-Fed Folded-Slot and Multiple-Slot Anten- nas on Thin Substrates." Antennas and Propagation, IEEE Transactions on, vol.44, Issue. 2, pp, 217-226, 1996.
7. Lopez-Rivera, N.D., Rodriguez-Solis, R.A, "Impe- dance matching technique for microwave folded slot antennas." Antennas and Propagation Society International Symposium, 2002, IEEE, vol. 3, 16-21, June ; 2003, pp. 450-453, 2003.
8. Lopez-Rivera, N.D., Rodriguez-Solis, R.A, "Input impedance and reosnant frequency character- ization for folded slot antennas through DOE techniques." Antennas and Propagation Society International Symposium, 2003, IEEE, vol. 1, June 22-27; 2003, pp. 545-548, 2003.