

보우타이 패치 안테나의 초광대역화 설계

문수덕, 박재일, 최경, *김형석, 황희용
 강원대학교 전기전자정보통신공학부 · *중앙대학교 전자전기 공학부

A Design of Bow-tie Patch Antenna for UWB

Soo-Deok Moon, Jae-Il Park, Kyoung Choi, *Hyoung-Seok Kim Hee-Yong Hwang

Abstract - Bow-tie 마이크로스트립 패치형태로 초광대역 안테나를 설계 제작하였다. 보다 광대역화된 특성을 얻기 위해 급전구조 변화와 반원형태의 기생패치를 추가하였다. 제작된 안테나는 입력단자 부분의 접지면을 전제하고 $VSWR \leq 2$ 를 기준으로, 슬롯형태가 아닌 패치형태로 2.3GHz~5.5GHz까지 대역폭비 2.4 : 1의 초광대역 특성을 나타냈다. 또한, 수평 단면 패턴에 대하여 넓은 주빔을 가지며, 전 대역에서 안정된 방사패턴을 유지하였다.

1. 서 론

오늘날 이동통신시장은 양적으로나 질적으로 급성장을 하고 있고, 광대역 및 초광대역 이동 멀티미디어 시스템을 목표로 급속하게 발달하고 있다. 음성뿐만 아니라 영상을 함께 포함하는 대용량의 정보교환이 필요하게 되면서 사용주파수가 높아지고 있고, 시스템은 점점 소형화 되고 있다. 안테나의 경우도 소형화와 광대역화 및 초광대역화가 진행되고 있다. 특히, WLAN(Wireless Local Area Network)이나 UWB(Ultra Wide Band)등의 통신기술의 발전이 진행되고 있는데, 2GHz대와 5GHz대역의 듀얼 모드 WLAN나 UWB등에 초광대역의 안테나의 필요성이 높아지고 있다^{[1]-[3]}.

마이크로스트립 안테나는 평면상의 기판에 복사체와 급전계를 동시에 구성할 수 있으며, 얇고, 가볍고, 소형화가 가능할 뿐 아니라, 평판 배열이 용이하고, 고속 이동체의 굴곡면에 부착이 용이하며, 인쇄 회로의 기법을 이용하여 손쉽게 제작할 수 있어 제작 비용을 저렴하게 할 수 있는 등 여러 가지 장점이 있다. 그러나 마이크로스트립 패치 안테나는 일반적으로 대역폭이 좁고, 낮은 이득과 높은 손실을 갖는 단점이 있다. 대역폭을 넓히기 위한 방법 중 다중구조를 구현하거나, 공기층을 삽입하는 방법은 광대역 특성이 우수하지만 제작이 어렵고 비용이 커지는 단점이 있다^[4].

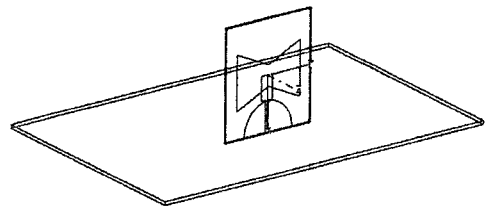
따라서 본 논문은 이미 연구된바 있는 Bow-tie구조를 패치형태로 사용하여 대역폭을 향상 시키는 방법에 관해 연구를 수행하며 급전구조의 변화로 임피던스 정합을 이루고, 더 넓은 광대역 특성을 얻기 위해 기생패치를 추가하여 안테나를 설계하였다.

Bow-Tie 마이크로스트립 안테나는 Ansoft사의 3D simulator 인 HFSS™을 사용하여 각 설계변수를 최적화하여 설계하였다. 시뮬레이션으로 얻은 결과 값과 실제 제작으로 얻은 측정값을 비교하여 전체적인 안테나의 특성을 알아본다.

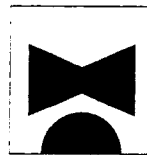
2. 본 론

2.1 안테나설계 및 제작

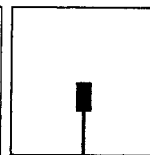
유전율이 4.4이고, 두께가 0.762mm인 FR4 기판을 사용하여 안테나를 설계하였다.



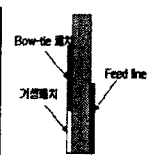
(a) 입체구조



(b) 앞면



(c) 뒷면



(d) 측면

그림 1. Bow-tie 패치 안테나의 구조

그림 1에 제안된 안테나 구조를 나타내었다. 유전체 앞면과 뒷면에 도체 패턴이 인쇄되어 있고, 뒷면에 반원 형태의 기생 패치를 추가함으로써 위상의 급격한 변화를 줄여 대역폭을 증가시켰다.

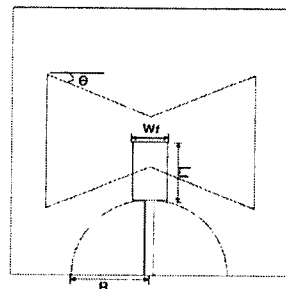
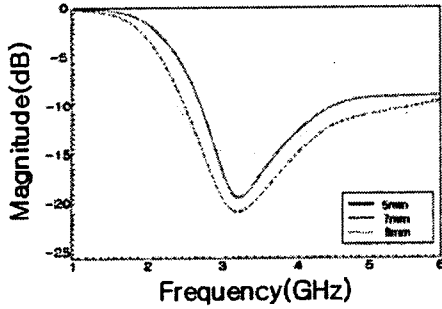
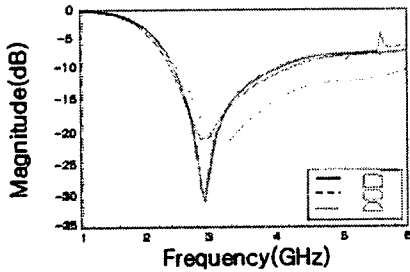


그림 2. Bow-tie 패치 안테나의 Parameters



(a) 급전선로 길이 L_r 에 따른 변화



(b) 기생패치 모양에 따른 변화

그림 3. parameter에 따른 반사손실 변화

그림 3의 (a)는 Bow-tie 패치 안에서 급전선로의 길이인 L_r 변화에 따른 영향으로 나타나는 대역폭의 변화를 확인하였고, (b)는 기생패치의 모양에 따른 대역폭 변화를 나타낸 것으로 모양이 매끄러울수록 대역폭 특성이 향상되었다.

여러 설계변수 중 공진주파수를 결정하는 데 Bow-tie 패치가 가장 큰 변수로 작용하였다.

제작된 안테나는 EMC 급전형태를 가지고 있으면 유전체의 크기는 32mm×32mm이고, Bow-Tie patch의 크기는 24mm × 16mm으로 고정하고, 표 1 에 나타내었다.

표 1. Bow-tie 패치 안테나의 Parameters

L	9mm	L_f	7mm
W	1mm	W_f	4m
Bow-tie patch L	24mm		
Bow-tie patch W	16mm		
circle radius R	9mm		

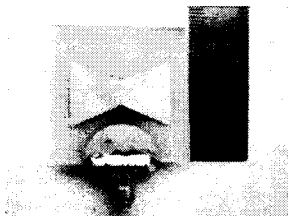
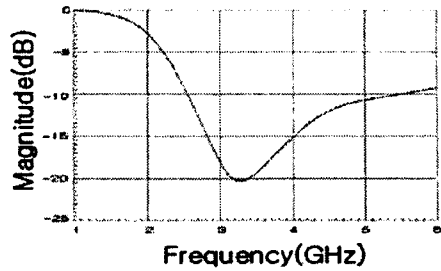


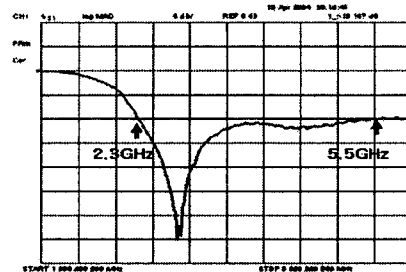
그림 4 제작한 Bow-tie 패치 안테나

그림 4은 설계 및 제작된 안테나의 모습이다. 안테나의 소형화 추세를 볼 때 전체적인 크기가 작아야 하며 저가격화를 이루

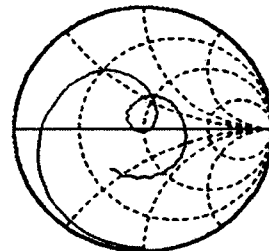
어야 한다.



시뮬레이션 반사손실



(b) 측정된 반사손실

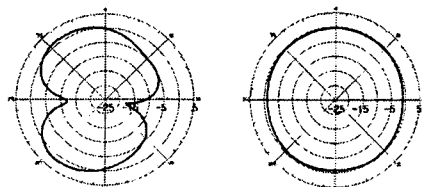


(c) 측정된 반사계수

그림 5. 안테나의 반사손실과 반사계수

그림 5은 HP 8753D Network analyzer를 사용하여 측정한 결과 값과 시뮬레이션 결과 값을 비교하여 나타낸 결과이며, 측정은 안테나의 입력단자 부분에 160×160(mm)의 접지면이 있다는 전체 하에 시뮬레이션과 측정을 한 결과이다.

측정결과와 시뮬레이션 결과가 약간의 차이가 있지만, 공진주파수나 전체적인 패턴이 대체로 비슷한 형태임을 알 수 있고, 10dB(VSWR=2.0) 기준을 2.3GHz~ 5.5GHz의 대역폭비 2.4:1의 초광대역 특성을 갖는 것을 확인하였다.



(a)

(b)

3. 결 론

본 논문은 EMC 급전 구조를 갖는 초광대역 Bow-tie 패치 안테나를 설계 및 제작하였다. 제한한 Bow-Tie 패치 안테나는 급전구조의 변화와 반원형 기생 패치를 이용해 광대역 특성을 증가하도록 하여 10dB(VSWR=2.0) 기준으로 2.3GHz~5.5GHz의 대역폭비 2.41를 갖는 것을 확인했으며, 안테나의 방사패턴은 주파수에 상관없이 대역폭 내에서 넓은 주빔을 갖는 양지향성 패턴을 나타내었다.

제작된 Bow-tie 패치 안테나는 비교적 간단한 구조로 기존의 안테나에 비해 넓은 대역폭을 유지하였고, 슬롯형태가 아닌 패치 형태로 대역폭 내에서 일정한 패턴을 유지하는 초광대역 특성을 나타내었다.

이 논문에서 설계 제작된 안테나는 소형이면서 이득이 좋은 특성을 보였으나 주빔의 방향이 입력단자의 접지면으로 인해 약간 앞으로 치우치는 경향이 있음을 볼 수 있었다.

앞으로 본 논문의 결과를 바탕으로 입력 단자의 접지면 없는 슬롯형태의 연구로 보다 초광대역화된 특성과 높은 이득을 갖는 안테나의 연구가 필요하다.

이 논문은 2004년도 강원대학교 두뇌한국21 사업에 의하여 지원되었음.

[참 고 문 헌]

- [1] 김명석, 신경섭, 김영두, 이홍민, "CPW 급전 광대역 슬롯 안테나 설계", 한국전자과학회논문집, 제 15권 제 2호, pp. 212-216, 2004.
- [2] 이정남, 송재호, "Bow-tie 마이크로스트립 패치 안테나 설계", 여수대학교 논문집, 제16집, 349-353쪽, 2001.
- [3] 김남신, 김정민, 위상혁, 김현, 이경위, 홍영표, 육종관, "UWB 통신시스템을 위한 광대역 Bow-Tie 슬롯 안테나에 대한 연구, 2003년도 춘계 마이크로파 및 전파통신 학술대회 논문집, Vol.26 No.1, 2003.
- [4] 최진섭, 김태원, 김정기, "광대역 Gap Coupled 마이크로스트립 안테나의 설계", 기술과학연구소 논문집, Vol.23 No.1, 1993.
- [5] A. Balanis, "Antenna Theory", John Wiley & sons Inc, Second edition, pp. 441-487, 1997
- [6] Stutzman Thiele, "안테나 이론과 설계", 교보문고, Second edition, pp. 210-335, 2000.
- [7] David M. Pozar, "초고주파공학", Addison Wesley, pp. 315-367, 1990.

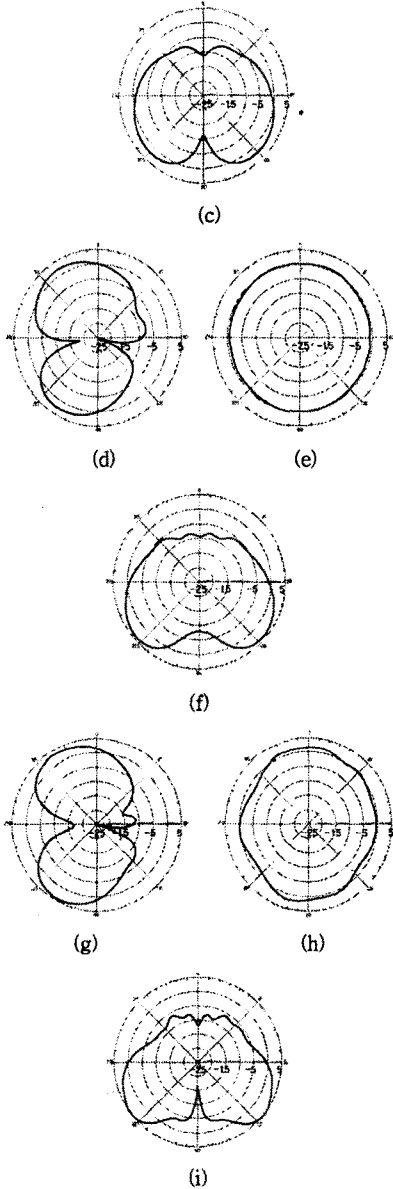


그림 6. 주파수별 안테나의 Gain pattern (a),(b),(c), (d),(e),(f), (g),(h),(i)은 차례대로 2.5GHz, 4GHz, 5.5GHz에서의 Gain pattern이며 (a),(d),(g), (b),(e),(h), (c),(f),(i)는 차례대로 $\phi=0$, $\phi=90$, $\theta=90$ 이다.

그림 6에서 Gain(dBi)는 2.5GHz에서 2 max, 4GHz에서 4 max, 5.5GHz에서 5 max를 나타내었다.

방사패턴은 입력단자 부분에 넓은 접지면이 존재한다는 가정 하에 설계 및 제작 측정하여 Bow-Tie 안테나의 특성인 안테나 평면에 수직한 넓은 주빔을 갖는 양지향성 패턴이 앞으로 주빔이 변화된 것을 확인하였다. 2.5GHz~5.5GHz에서 방사패턴의 변화가 거의 없는 것으로 초광대역 특성을 가지고 있음을 확인할 수 있다.