단일급전 마이크로스트립 안테나를 사용한 유전체 봉 안테나의 해석

° 천 영 호 *,정 환 용 *,정 대 식 * 고 지 환 **, 조 영 기 *
* 경북대학교 전자공학과
** 금오공과대학교 전자공학부
전화 : (053) 940-8636 / 팩스 : (053) 950-5536

Analyzed of the Circular Dielectric Rod Antenna Having Singly Fed CP Microstrip Antenna

Young-Ho Chun, Hawn-Yong Chung, Dae-Sik Chung, Ji-Hwan Ko, Young-Ki Cho
School of Electrical Eng. and Computer Science, Kyungpook National University
E-mail : medit305@hotmail.com

In this paper, we made a Singly Fed patch which is the fittest at the feeding part. And we found out return loss and radiation pattern about dielectric rod array antenna which has six's passive element to shape FTEP(Flat-topped element pattern) after we analyzed the characters of singly dielectric rod antenna. We show the conclusion that has the optimum return loss and more flat radiation pattern.

Key Word : *circular polarization antenna, dielectric rod array antenna, Flat-topped element pattern*

1.서론

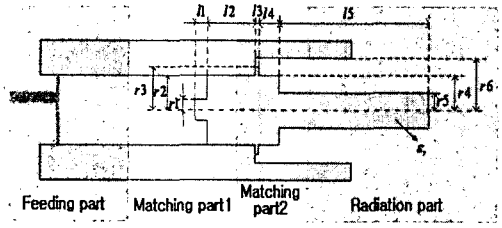
배열 안테나의 단일 복사기로는 dipole이나 patch, 도파관의 open end와 dielectric rod type이 가장 널리 연구되어 왔는데, 특히 1980년대 이후 지금까지 millimeter 분야와 관련되어 dielectric rod 형태가 많이 연구되어왔다. 이는 이러한 형태의 안테나 구조가 2차 대전 이후로 엄청나게 연구되었던 단위 복사소자간의 상호결합(mutual coupling)면에서 유리하고 동시에 임피던스 matching이나 밴드 폭 면에서 유리하기 때문으로 생각된다. 물론 patch 형태나 dipole 또는 open ended waveguide에 비하여 훨씬 compact하게 만들 수도 있기 때문에 바람지하지 못한 grating lobe 문제나, wide angle scanning에 장애가 되는 blindness 문제의 측면에서 유리하며 동시에 open-ended waveguide 형태에 비하여도 용적이나 무게 등에서 유리한 점도 가진다.[1]

유전체 봉 배열 안테나의 특징은 구조가 간단하고 다중빔 형성을 가능하게 한다는 것이다. 하지만 설계기술의 난점은 부정합계수를 줄이기 어려우며, spillover 손실 및 측면 로브(side lobe)가 발생된다는 점이다. 이 난점들은 다중모드 혼 구조를 채택함으로써 해결된다[2]. 따라서 유전체 봉 배열 안테나는 추적용 레이더(tracking radar) 또는 다기능 레이더(multifunction radar)등의 무기체계에 직접 가능하므로 그 설계기술이 연구개발 되어야 한다. 또한 유전체 봉 배열 안테나의 연구는 multiple satellite antenna[3]와 같은 민수용 위성통신 분야에도 적용하므로 중요한 의의를 지닌다.

본 논문에서는 급전부의 원형편파를 구현하기 위하여 28GHz에서 동작하는 단일급전 원형편파 패치 안테나를 설계하여 유전체 봉 안테나를 급전시켰으며, 유전체 봉 방사소자들로 구성된 배열 안테나를 구성하여 패턴을 단일유전체 봉 안테나보다 Flat하게 설계하였다.

2. 본론

2-1. 단일 유전체 봉 안테나의 구조와 특성



$r1=1.9, r2=3.9, r3=4.56, r4=3.9, r5=2.17, r6=5.34$
$l1=2.8, l2=11.1, l3=1.1, l4=4.45, l5=35.6, \varepsilon_r=2.05$

그림 1. 단일 유전체 봉 안테나의 구성

28GHz 대역에서의 유전체 봉 안테나의 그림은 그림 1.과 같으며, 그림 2에서 반사 계수의 특성을 보면 28.1GHz에서 공진이 일어나며 이때 반사 손실은 -32dB이며 28GHz에서 반사손실은 -30dB 정도가 된다. 28GHz에서의 방사패턴은 xz plane 특성과 yz plane 특성이 거의 비슷하며 HPBW(Half Power BandWidth)는 44.1 °이고 이득은 13.3dB이다. 또한 급전부는 원형편파 마이크로스트립 안테나를 사용하였으며, 28GHz에서의 Axial Ratio는 1.467dB로 양호한 특성을 가진다.

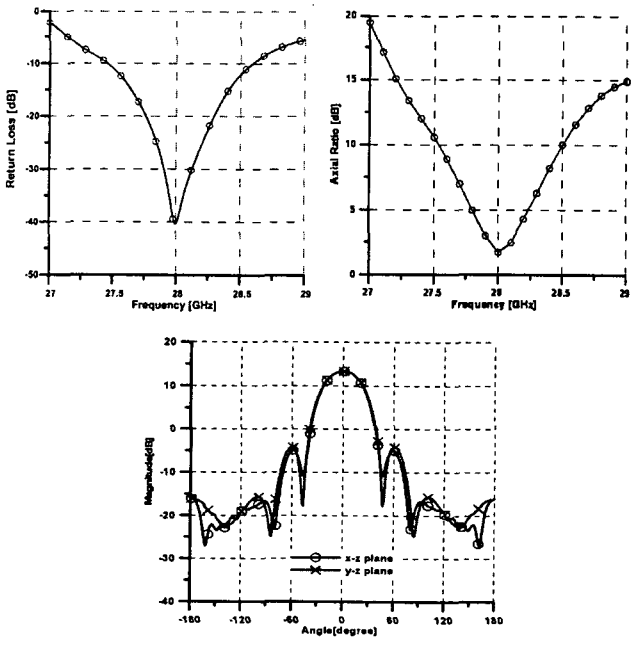
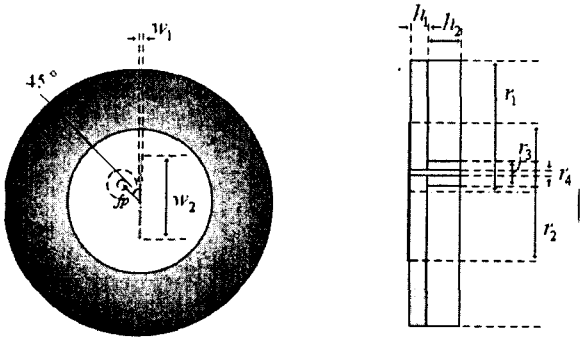


그림 2. 단일 유전체 봉 안테나의 반사계수, 방사패턴, 축비

2-2. 유전체 봉 안테나의 급전부의 구조와 특징

급전부에 사용되는 원형편파 안테나는 원형편파 안테나는 극성변환이 우려되는 통신 환경, 즉, 위성과 지상간 또는 우천시 등에서 우수한 전송 특성을 가지고 있으며 이의 원형편파를 구현을 위해 많은 연구가 진행되어 왔다[5-7]. 단일 급전 방식은 axial ratio 대역폭과 동작 대역폭이 좁은 단점이 있지만 구조가 간단하고 RF신호 손실이 적은 장점이 있다. 따라서 본 논문에서는 단일 급전 방식이고, 원형 패치에 사각형 슬롯이 있는 형태를 사용하였다.

유전체 봉 안테나 급전부에 사용되는 원형편파 안테나의 구조와 파라미터 값은 그림 3에 나타내었으며 결합된 형태는 그림 4에 나타내었다. 원형편파 안테나의 패치와 첫 번째 rod 까지의 거리는 6.246mm 이다.



$w_1=0.037, w_2=1.81, fp=0.5, h_1=0.254, h_2=2$
$r_1=3.9, r_2=2.97, r_3=0.52, r_4=0.16, \varepsilon_r=3.2$

그림 3 단일 급전 원형 편파 패치 안테나와 파라미터

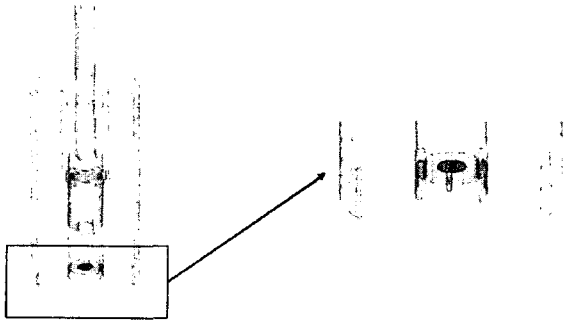


그림 4 원형편파 안테나와 유전체 봉 안테나 결합된 형태

패치 안테나의 파라미터 중 Rectangular 슬롯의 폭(w_1)과 길이(w_2) 그리고 Feeding Point(fp)가 Axial Ratio를 결정하는 파라미터였으며, 3개의 파라미터 변화에 따른 반사 계수 특성과 axial ratio를 살펴본 결과 fp, w_1, w_2가 각각 0.475mm 0.037mm, 1.81mm 일 때 반사손실, axial ratio이 각각 -40.3dB, 1.467dB로 최적의 결과를 가진다.

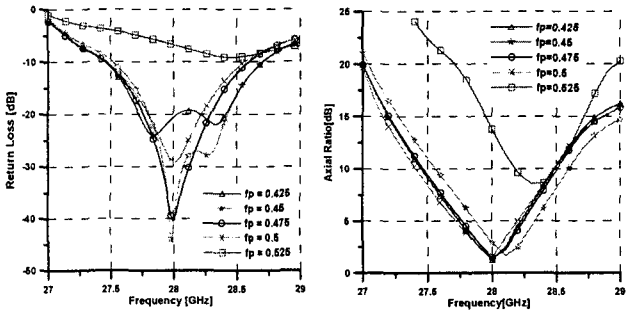


그림 5. fp의 변화에 따른 특성

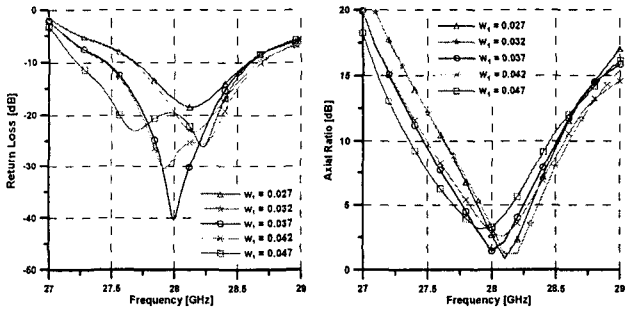


그림 6. fp가 0.475일 때, w_1의 변화에 따른 특성

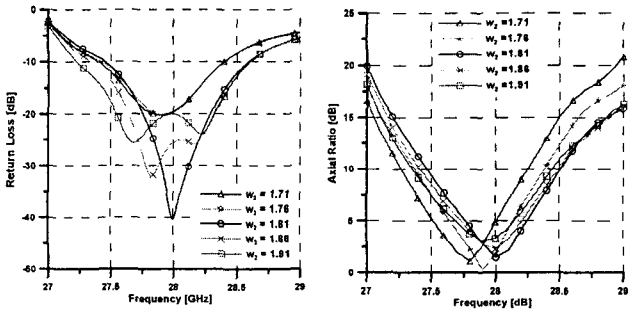


그림 7 fp가 0.475일 때, w_2의 변화에 따른 특성

2-3. 유전체 봉 배열안테나의 방사패턴 최적화

다음으로 단일유전체 봉을 배열하였을 때의 특징을 알아보자. 먼저 단일 유전체 봉 안테나 주변으로 동일한 형태의 안테나를 active로 6개 배열한 안테나의 특성에 대해 살펴보자. 단일 유전체 봉 안테나를 그림 8와 같이 배열시켰을 때의 배열 안테나의 크기는 모두 1, 각각 안테나의 위상은 동위상 그리고 이때의 Array Factor와 배열 안테나의 방사패턴은 그림 9에서 볼 수 있고, xz plane의 HPBW와 이득은 18.5°, 20.5dBi이고, yz plane의 HPBW와 이득은 18.6°, 20.5dBi인 것을 알 수 있다.

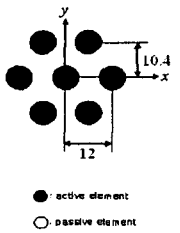
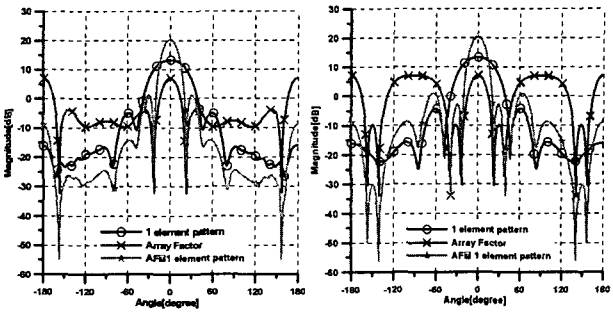


그림 8. 유전체 봉 안테나의 배열 간격(단위-mm)



(a) xz plane (b) yz plane

그림 9. 유전체 봉 안테나의 방사패턴

다음으로 유전체 봉 안테나 주변으로 동일한 형태의 6개의 Passive Element를 가진 유전체 봉 안테나 구조가 그림 10에 나와 있다. 배열 간격은 그림 8에서와 같은 간격이다. 그림 11에서는 이 안테나의 반사계수 특성을 나타내었고 그림 12에서는 단일 유전체 봉 안테나와 6개의 Passive Element를 가진 안테나의 방사 패턴을 비교해서 나타내었다.

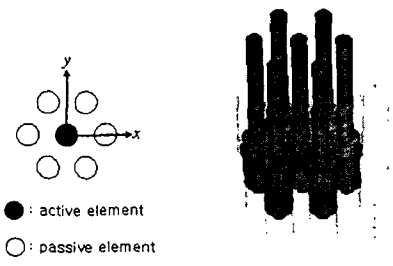


그림 10. 6개의 Passive Element를 가진 유전체 봉

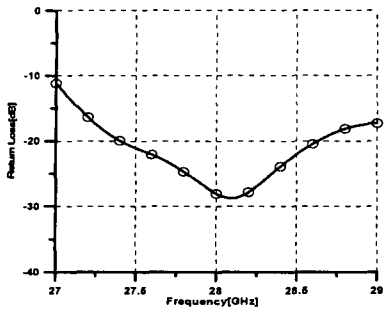
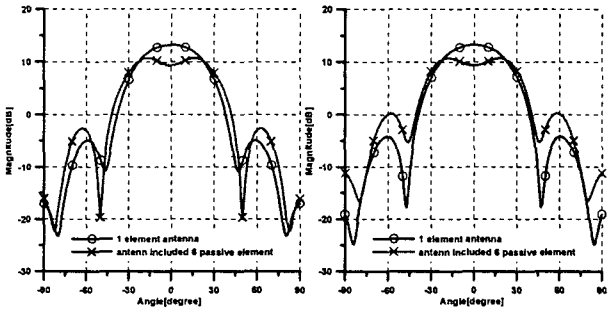


그림 11 안테나의 반사계수 특성



(a) xz plane (b) yz plane

그림 12 단일 유전체 봉 안테나와 Passive Element를 가진 안테나의 방사패턴 비교

6개 Passive Element를 가진 유전체 봉 안테나의 방사패턴은 xz plane의 HPBW와 이득은 61.6°, 10.7dB이고 yz plane의 HPBW와 이득은 62.6°, 10.7dB이다.

그림 12에서 보면 Passive Element를 가진 안테나의 패턴이 flat한 특성을 나타냄을 볼 수 있다. 즉, 여기에서 Passive Element는 정합부하(Matching Loads)와 패턴을 보다 Flat하게(FTEP: flat-topped element pattern)를 위해 사용되었으며. 방사소자를 사용함으로써, 패턴의 이득을 균일하게 유지하여 성층권 통신에 유리하게 작용하는 이점을 가지고 있다.

3. 결론

본 논문에서는 유전체 봉 방사소자들로 구성된 배열안테나를 28GHz 대역에서 안테나 각 part에 대한 분석 및 반사 계수 특성, 방사패턴의 특성을 분석하였다. 또한 급전부에는 원형편파 패치안테나의 구조로 간단한 단일 급전을 이용하였고, 패치 형태는 원형에 사각 슬롯이 있는 형태를 사용하여 28GHz대역에서 동작하도록 설계하였다.

유전체 봉을 6개의 Passive Element를 가진 유전체 봉 안테나를 설계하여 빔의 패턴을 flat하게 만듦으로써, 성층권 통신에서 균일한 통신을 가능하게 하게 설계하였다.

따라서 본 연구에서 제시된 결과들은 성층권 통신에 이용되는 유전체 봉 배열 안테나의 설계 및 제작에 적용할 수 있을 것이다.

참고 문헌

[1] D. K. Barton, "Recent Development in Russian Radar System," IEEE International Radar Conference, pp. 340-346, 1995.

[2] P. W. Hannan, "Optimum Feeds for All Three Modes of a Monopulse Antenna I : Theory," IRE Trans. Antennas Propat., AP-16, no. 5, pp444-454, Sept. 1961.

[3] M . Fujimoto et al., "A DBS Antenna -Receiver System for Simultaneous Multi-Satellite Reception," IEEE Trans. Consummer Electronics, bol. 38, no 3, pp.394-397, Aug. 1992.

[4] I. J. Bahl and P. Bhartia, "Microstrip Antennas," Artech House, 1982.

[5] J-F Zurcher and Fred E. Gardiol, "Broadband Patch Antennas," Artech House, 1995.

[6] J. H. Lu and K. P. Yang, "A single design for Single-feed Circularly-Polarized Microstrip Antennas," Proc. Natl. sci, Counc. ROC(A) Vol. 24, No. 2, pp.130-133, 2000.