

H-면 결합을 이용한 빔 틸팅 마이크로스트립 패치

배열 안테나 설계

^o하재권*, 최성수**, 박동철**

* 블루웨이브텔㈜

** 충남대학교 전파공학과

Design of beam tilting microstrip patch array antenna using H-plane coupling

^oJae Kwon Ha*, Sung Soo Choi**, and Dong Chul Park**

* Blue wave tel, Daejeon, Korea

** Department of Radio Science & Engineering, Chungnam National University

E-mail: hajackwon@hanmail.net, dcpark@cnu.ac.kr

Abstract

In this paper, we proposed a beam tilting microstrip patch array antenna for the reception of satellite signals by using low cost copper etched polyester films and foams. The configuration and coupling mechanism of the proposed antenna are similar to the dipole Yagi-Uda antenna. It is composed of 3 layers of polyester films and three layers of foam. In order to prevent unwanted radiation and coupling loss by microstrip feeding networks and parasitic patches, a stacked layer with rectangular slots above the driver patch array is inserted. The 16×8 element microstrip patch array antenna is presented by experimental results. Its beam patterns are affected by many parameters such as sizes of the patches, gap between the patches, characteristics of the substrates, feeding method, etc. Owing to its complexities of various design parameters, both simulation and experiment were performed. The fabricated antenna received DBS signal from KOREASAT 3 by doing nothing but adjusting azimuth direction.

1. 서론

위성 방송 수신용 안테나와 기지국 안테나는 적절한 방향으로 기울여서 통신범위와 지향각도를 얻고 있다. 이는 안테나의 설치 뿐만 아니라 향후의 운용 유지 보수를 어렵게 하는 주된 요인이기도 하다. 따라서 우수한 무선링크 확보와 제한된 전파자원의 효율적인 활용을 위해서 빔의 제어와 조향 기능을 가진 안테나 기술이 필요하게 되었다. 이를 위해 안테나 방사 소자의 배열과 위상 변위기가 결합되는 능

동 안테나 기술 연구가 발표되고 있지만[1-2], 성능에 비해 고가의 제작비 등으로 특수 목적에 사용되고 있다. 따라서 능동 소자를 사용하지 않으면서 위성통신이나 이동체 등에 적용할 수 있는 빔 틸팅 안테나에 대한 연구가 이루어지게 되었다.

빔 틸팅 안테나의 가장 오래된 형태가 바로 다이폴 야기 우다 안테나이다. 이 안테나의 동작 원리를 마이크로스트립 패치에 적용한 평판 배열 안테나가 John Huang에 의해 제안되었고[3-4], 90년대 후반부터 이동체 혹은 위성통신에 활용하기 위한 전자적 조향이 가능한 마이크로스트립 야기 우다 안테나가 소개

되었지만, 이는 단일 층에서 E-면 배열 구조로 동축 급전 방식을 채택하고 있어서 고 이득 구현을 위한 배열 급전망 설계 및 제작이 용이하지 못한 구조이다[5-6].

본 연구에서는 구동 패치와 기생 패치가 서로 다른 층에서 H-면 결합 구조를 가진 새로운 마이크로 스트립 야기 우다 배열 안테나를 제안하였다. 이 안테나는 Ku-대역 빔 틸팅 안테나로 양각 방향의 틸팅된 빔을 이용하여 방위각 조정만으로 무궁화 위성 방송 수신이 가능하다. 사용된 재질은 저 유전율 기판 대신에 저렴한 제작비를 위해 동박 에칭된 필름과 폼(foam)을 사용하였다. 기본적인 동작원리는 다 이폴 야기 우다 안테나와 유사하다.

2. 안테나의 구조와 동작 원리

제안된 단일 방사소자의 구조는 그림 1과 같다. 세 장의 폴리에스터 필름과 세층의 폼으로 구성되는데, 맨 위 필름에는 반사 패치와 유도 패치가, 맨 아래 필름에는 구동 패치와 급전선이 에칭되어 있고, 가운데 사각형 슬롯이 있는 필름은 마이크로스트립 배열 급전망으로부터의 불필요한 방사를 막기 위해 삽입되었다. 폴리에스터 필름의 유전율은 3.2, 두께는 0.175 mm이고, 필름들 사이에 삽입된 폼의 유전율은 1.06, 두께는 2 mm이다. 폴리에스터 필름의 두께가 폼의 두께보다 매우 얇기 때문에 필름의 유효 유전율은 폼의 유전율과 거의 비슷하다.

제안된 안테나의 기본적인 동작 원리와 설계 방법은 참고문헌[7]과 유사하다. 그러나 구동 패치와 기생 패치가 동일면이 아닌 서로 다른 층에서 H-면 결합된 구조이므로 두 패치가 겹쳐질 수 있는 구조도 가능하기 때문에 John Huang이 제안하였던 단일 층 구조에 비해 빔의 틸팅 각도와 고 이득 구현에서 훨씬 설계의 유연성을 가질 수 있고, 기판에 대한 유전율의 제한을 받지 않는다. 또한 고 이득 구현에 따른 배열 급전망과 기생 패치를 서로 다른 층에 배치할 수 있어서, 불필요한 전자기 결합을 최소화시켜 방사 패턴의 왜곡 방지와 주파수에 덜 민감한 빔 패턴 특성을 얻을 수 있다.

3. 16×8 배열 안테나 설계 및 측정결과

먼저 상용 툴인 Ansoft사의 Ensemble과 CST사의 Microwave Studio를 이용해 최적화시킨 단일 방사소자와 일반적인 T접합 전력분배기를 이용하여 2×2 배열 안테나를 설계하였다. 그림 2에 설계된 2×2 배열 안테나의 구조와 빔 패턴 시뮬레이션 결과를 보였다. 빔이 기우는 각도와 패턴은 모든 패치들 간의 간격과 반사 패치와 유도 패치의 크기에 영향을 받으며, 안테나 이득은 주로 유도 패치의 크기와 구동 패치와 유도 패치 사이의 간격에 의해 영향을 받는다. 2×2 배열 안테나를 적절히 배열하여 16×8 배열 안테나를 제작하였고, 그림 3, 4는 제작된 안테나의 사진과 측정 결과를 나타낸다.

제작된 안테나의 주 빔은 보어 사이트(bore sight)에서 43.8° 기울어졌고, 반 전력 빔폭은 약 4.6°이다. 15 dBi의 부엽이 보어 사이트에서 -40.3° 되는 지점에 나타난 것을 볼 수 있다. 따라서 제작된 안테나의 이득(22.9 dBi)은 일반적인 16×16 배열 안테나에 비해 낮다. 이러한 이득 감소는 반사 패치의 효과가 줄어든 것과 급전 부분에서의 부정합 및 공정상의 오차에서 기인한다.

4. 결론

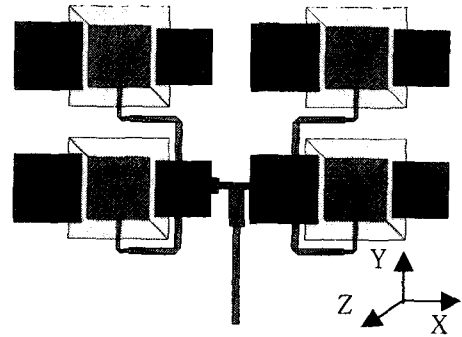
구동 패치와 기생 패치 간의 간격이 아주 가까울 경우 E-면 결합보다는 H-면 결합이 강하게 발생하는 사실에 근거하여 H-면 결합 방식을 채택하여 배열 급전망 구현이 기존의 E-면 배열 구조보다 훨씬 자유롭고 효율이 좋은 빔 틸팅 안테나를 구현하였다.

빔 패턴은 패치들의 크기와 간격, 기판 특성, 급전 구조 등 많은 파라미터들에 의해 영향을 받는다. 이러한 다양한 파라미터들의 해석이 어렵기 때문에 본 연구에서는 시뮬레이션과 실험을 병행하여 안테나를 설계하였다. 제작된 안테나를 수평 방향으로만 조절하여 KOREASAT 3로부터 DBS 신호를 수신할 수 있었다. 그러나 제안된 안테나의 설계 파라미터들의 정확한 모델링과 해석에 관한 연구가 요구되며, 현재 상호 결합 특성을 포함하는 개선된 전송선 등가

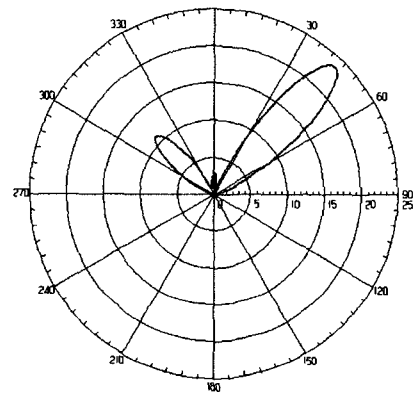
회로로 모델링하고 안테나의 입력 임피던스를 해석하는 연구를 수행하고 있다.

참고문헌

- [1] P. S. Hall and P. M. Haskins, "Microstrip Active Patch Array with Beam Scanning," *Electron. Lett.*, vol. 28, no. 22, pp. 2056-2057, 1992.
- [2] P. Liao and R. A. York, "A New Phase-Shifterless Beam-Scanning Using Coupled-Oscillators: Theory and Experiment," *IEEE AP-S.*, pp. 668-671, 1993.
- [3] John Huang, "Planar Microstrip Yagi Array Antenna," *IEEE AP-S Symposium*, pp. 894~897, 1989.
- [4] John Huang and A.C. Densmore, "Microstrip Yagi Array Antenna for Mobile Satellite Vehicle Application," *IEEE Trans. AP-39*, pp.1024-1030, July 1991.
- [5] D.P. Gray, J.W. Lu, and L. Shafai, "Experimental Study of Parasitically Steered, Fixed Beam Microstrip Patch Array," *IEEE AP-S Symposium*, pp. 1276~1279, 1997.
- [6] D. Gray, J. W. Lu, and D.V. Thiel, "Electrically Steerable Yagi-Uda Microstrip Patch Antenna Array," *IEEE Trans. AP-46*, pp.605~608, May 1998.
- [7] 하재권, 박동철, "빔 틸팅 특성을 갖는 개구 급전 마이크로스트립 안테나 설계 연구," 한국전자파학회 논문지, Vol. 12, No. 5, pp.705~712, 2001..



(a) 2X2 배열 구조



(b) 빔 패턴 시뮬레이션 결과(11.85 GHz)

그림 2. 2x2 배열 안테나

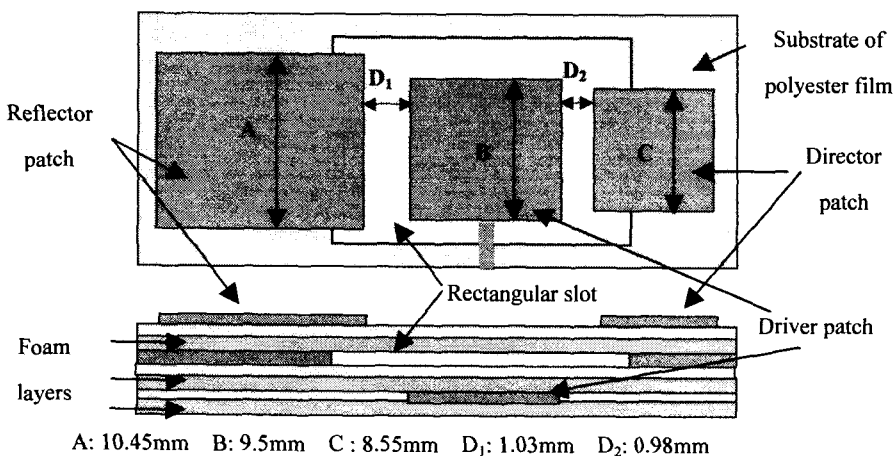
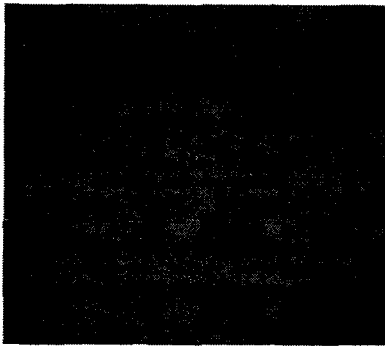
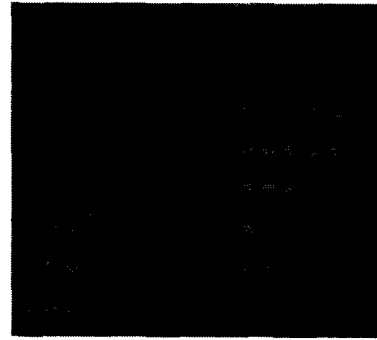


그림 1. 단일 방사소자의 구조



(a) 구동 패치와 배열 급전망



(b) 사각형 슬롯 배열

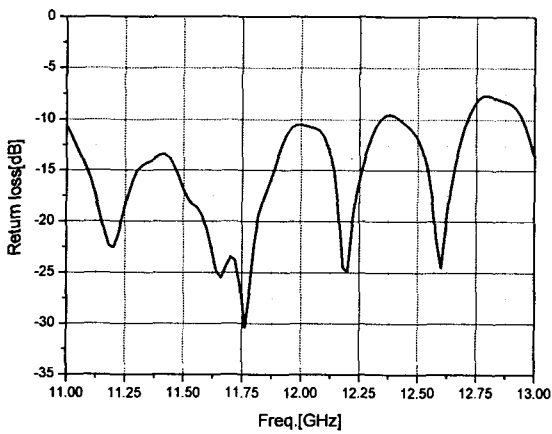


(c) 반사 패치와 유도 패치

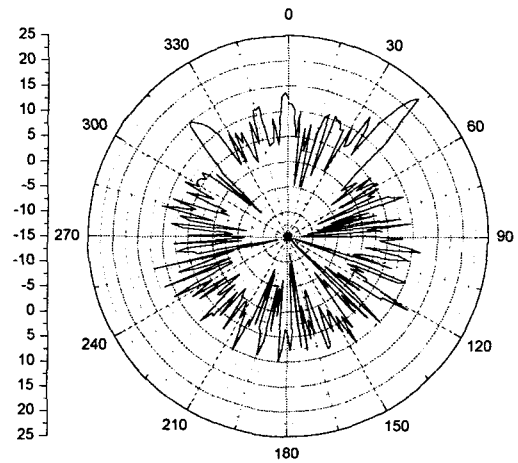


(d) 설치된 제작된 안테나

그림 3. 제작된 16x8 배열 안테나의 사진



(a) 반사 손실



(b) 방사 패턴(11.85 GHz)

그림 4. 제작된 16x8 배열 안테나의 측정 결과