

차량용 도파관 슬롯 배열 안테나에서의 편파에 관한 연구

손광섭*, 유종원*, 황상연**, 박찬구**,

한국과학기술원 전자전산학과*, (주)위월드**

e-mail: subsubi@kaist.ac.kr

Research of polarization in the waveguide slot array in-motion antenna

Kwang-Seop Son*, Jong-Won Yu*, Sang-Yeon Hwang**, Chan-Gu Park**,

Department of EECS, KAIST*, Wiworld Co. Ltd*

Abstract

In-motion waveguide slot array antenna for receiving satellite broadcasting is presented. To reduce loss of feeding line and to design simple feeding network, we use waveguide feeding line and cavity. By using polarizer consisted of single layer film, the proposed antenna can receive RHCP and LHCP mechanically, and inclined LP. Gain of 4X8, 8X16 slot array antennas receiving circularly polarized is 26dBi, 31.5dBi respectively. And Gain of 4X16 slot array antenna receiving inclined LP is 29dBi.

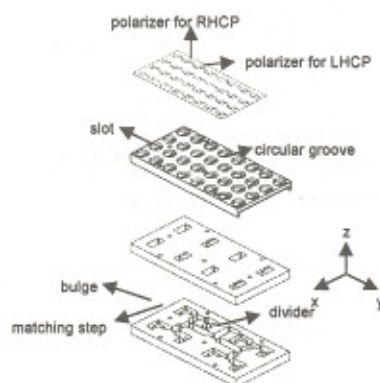


그림. 1 좌선회, 우선회 원편파 수신용 안테나

I. 서론

편파를 바꾸는 방법은 크게 두 가지가 있다. 신호의 Transmission line에 phase shifter를 삽입하거나[1], [2] 안테나의 개구면 앞에 편파기를 붙이는 방법이다. [3]~[7] 이중 가장 흔하게 쓰이는 방법이 두 번째 방법인데, 보통 여러 개의 필름을 이용한 Meander-line을 많이 사용한다.

본 논문에서는 여러 개의 필름을 이용하지 않고, 단일 필름을 이용하여 좌선회 및, 우선회

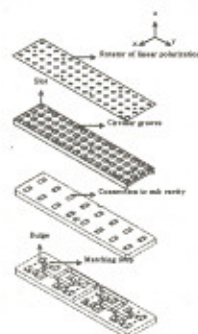


그림. 2 기울어진 선평면파 수신용 안테나(4X16)의 구조

원편파 모두 수신 가능하고, 선형 편파를 18°~50°까지 기울일 수 있는 위성 방송 수신용 도파관 슬롯 배열 안테나를 구현하였다. [8]

II. 편파기 및 회전기의 설계

2.1 좌선회 우선회 원편파 편파기

slot으로부터 일정거리 떨어진 지점에 다이폴과 같은 도체를 두면 far-field에서 원편파를 얻을 수 있다는 사실은 많이 연구되어 왔다. [9][10]

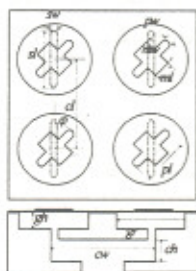


그림. 3 RHCP 편파기의 설계 파라미터

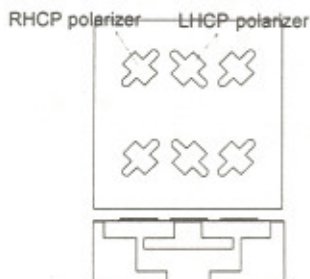


그림. 4 RHCP+LHCP 수신 가능한 안테나 구조 위 이론들을 근거로 그림. 3에서의 파라미터 값을 변화시키면서 위성 방송 주파수 대역 11.7GHz~12.7GHz에서 임피던스 대역폭 및 축비 대역폭을 최적화 하였다. 또한 그림5와 같이 그림. 4에 설계된 우선회 원편파 편파기들 사이에 좌선회 원편파 편파기를 넣음으로서 기계적으로 좌선회, 우선회 원편파 모두 수신 가능한 안테나를 구현한다.

2.2 선형 편파 회전기

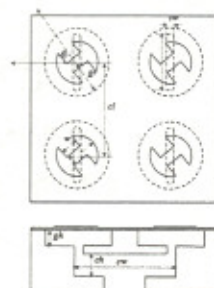


그림 5 선형 편파 회전기의 설계 파라미터

그림. 5는 선형 편파 회전기의 설계 파라미터를 나타낸 그림으로 아령 모양의 회전기를 θ 만큼 회전시키면 슬롯에서 방사되는 수평편파가 θ 만큼 회전된다. 그림. 6은 $\theta=18^\circ, 30^\circ, 45^\circ, 50^\circ$ 일 때, 선형편파 회전기의 모습을 나타낸 그림이다.

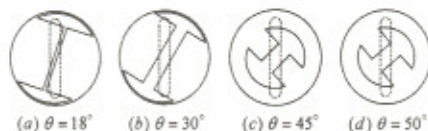


그림.6 $\theta=18^\circ \sim 50^\circ$ 일 때 회전기의 모습

III. 측정

3.1우선회, 우선회+좌선회 원편파 안테나

그림. 9~그림. 10은 우선회 원편파(4X8) 안테나와, 우선회+좌선회 원편파(4X8) 안테나의 측정 결과이다.

위성 주파수 대역 내 10dB 임피던스 대역폭을 만족함을 알 수 있고, 3dB 축비 대역폭은 11.8~12.4GHz로 5%로 시뮬레이션 결과보다 2% 정도 좁다. 그리고 안테나의 이득은 주파수 대역 내에서 평균적으로 27.5dBi정도 됨을 알 수 있다.

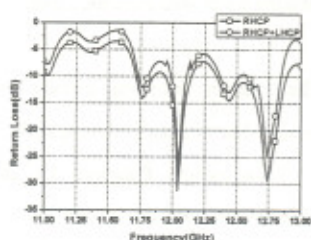


그림.7 반사계수 측정 결과

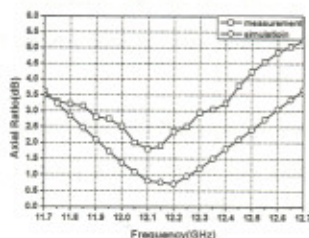


그림.8 우선회 원편과 안테나의 축비 측정 결과

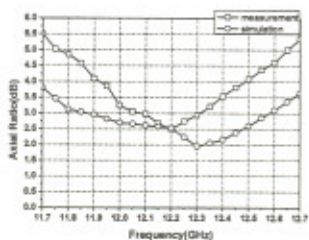


그림.9 우선회+좌선회 원편과 안테나의 축비 측정 결과

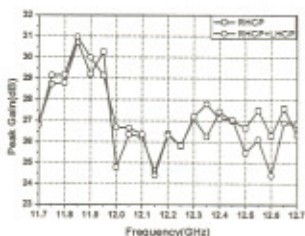


그림.10 우선회, 우선회+좌선회 원편과 안테나의

Peak gain

8X16의 안테나의 경우 55dB의 이득을 갖는 LNB로 C/N을 측정 한 결과 안테나의 이득이 대략 31.5dBi정도 됨을 확인 할 수 있었고, 모터를 이용하여 편파기를 좌우로 움직여 RHCP 및 LHCP를 수신할 수 있도록 고안했다. (그림. 14)

3.2 50° 회전기를 이용한 안테나(4X16)

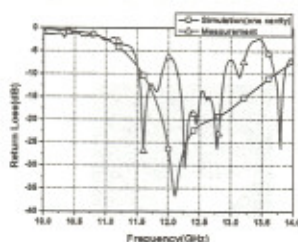


그림.11 측정된 반사 계수

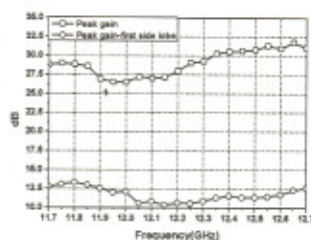


그림.12 측정된 Peak gain 및 main lobe-first side lobe

50°회전기를 이용한 4X16의 안테나는 위성 주파수 대역 내 평균 이득이 29dBi를 알 수 있다.



그림.13 제안된 4X8 안테나 vs 기존 마이크로 스트립 패치 안테나

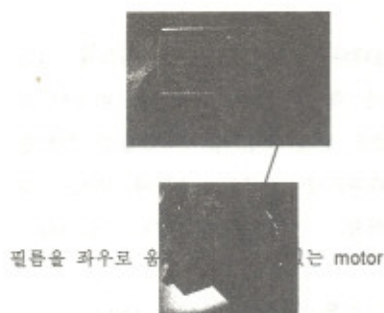


그림. 14 제안된 8X16 안테나



그림. 15 50°회전기를 이용한 4X16 안테나

IV 결론

본 논문에서는 단일 필름을 이용하여 좌선회 및 우선회 원편파 모두 수신 가능한 안테나 (4X8, 8X16) 및 50°선형 편파 회전기를 이용한 안테나(4X16)를 구현 하였고, 측정 결과 이득은 각각 27.5dBi, 31.5dBi, 29dBi됨을 확인 할 수 있었다.

참고 문헌

- [1] A. G. Fox, "An adjustable phase changer." IRE Proc., pp. 1489~1508, Dec. 1947
- [2] J. A. Altman, Microwave Circuits. Princeton, NJ: Van Nostrand, ch. 4.7 and 4.8, 1964
- [3] K.-S. Min, J. Hirokawa "Single-layer dipole array for linear-to-circular polarization conversion of slotted waveguide array, IEE proc-Microw. Antennas Propag. Vol.143, no3, June 1996
- [4] J. Hirokawa, T. Nanbu "Circularly-polarized waveguide array with slots and dipoles", IEEE, 1991
- [5] K. Itoh, T. Adachi "Novel circularly polarized

antennas combining a slot with parasitic dipoles", IEEE, 1980

[6] F. Jian "The optimum designing method for wide bandwidth meander-line circular polarizer, IEEE, 2000

[7] T.-K. Wu "Meander-line Polarizer for arbitrary rotation of linear polarization" IEEE 1994

[8] 주식회사 마이크로 페이스, "도파관용 슬롯 안테나", 대한민국, 특허, 제20-2003-0016101호.

[9] C. Butler, K. Umashankar "Electromagnetic excitation of a wire through an aperture-perforated conducting screen, IEEE Tran. on Antennas and Propag. 1976

[10] K. S. Min, J. Hirokawa, K. Sakurai "Phase control of circularly polarized waves from a parasitic dipole mounted above a slot, IEEE 1997