

# 전자결합 다이폴을 이용한 편파공용 안테나 소자의 설계

민경식\* · 서성기\* · 진중성\* · 박세현\* · 김동철\* · 임학규\* · Hiroyuki Arai\*\*

\*한국해양대학교 전파공학과. \*\*요코하마 국립대학 정보통신공학과

## Design for Dual Polarization Antenna Element using Electromagnetic-Coupled Dipole

Kyeong-Sik Min\* · Seong-Gi Seo\* · Jong-Sung Jin\* · Se-Hyun Park\*  
Dong-Chul Kim\* · Hag-Gyu Lim\* · Hiroyuki Arai\*\*

\*Department of Radio & Engineering, Korea Maritime University

#1, Dongsam-Dong, Youngdo-Ku Pusan 606-791, Korea

Tel : 051-410-4425 / Email : ksm@hannara.kmaritime.ac.kr

\*\*Division of Electrical and Computer Engineering, Yokohama National University

79-5 Tokiwadai, Hodogaya-ku, Yokohama 240, Japan

Tel : +81-45-339-4260 / E-mail : arai@arailab.dnj.ynu.ac.jp

### Abstract

This paper describes design for dual-linear polarization antenna using EMC(electromagnetic-coupled) dipole. EMC dipole has a simple element structure and it is fed by microstrip line. Vertical and horizontal polarization are determined by structure of dipole fed by microstrip line. FDTD Method is used for an analysis of antenna element. Length, width, height and offset of dipole are designed for 1-element antenna. Resonant length of dipole differs from the calculated value by a formula because of coupling effect of dipole and feed line. Radiation Power is controlled by the offset of dipole. In practical fabrication of antenna array, a constant height of dipoles is required. Therefore, the teflon plate with height of 0.8 mm is considered in antenna element design for the vertical polarization.

### I. 서론

본 논문에서는 직선편파를 사용하여 위성통신을 하기위한 여러 종류의 안테나중 전자기적으로 결합하는 특성을 가지는 다이폴을 이용한 편파공용 안테나의 소자특성에 대하여 기술한다. 우선, 단일 직선편파를 갖는 EMC 다이폴 안테나를 제안한다. EMC 다이폴 안테나는 소자구조와 급전구조가 간단하고, 소형 경량화가 가능하며, 마이크로스트립선로 위의 다이폴의 배치에 따라 직선편파(수직, 수평)[1]를 만들어 낼 수 있는 이점이 있다. 본 논문에서 제안한 안테나에 대한 해석은 FDTD[2]법을 이용하였다. 설계주파수는 통신위성[3]을 수신하기 위한 12 GHz로 하였으며, 설계를 위한 파라미터로는 다이폴의 길이(DL), 다이폴의 폭(DW), 다이폴의 높이(DH) 그리고 다이폴의 Offset등이 있다. 파라미터들에 대한 충분한 파라

미터 스터디 후 최적의 파라미터를 구하였다.

### II. EMC 다이폴 소자 설계

#### 2.1 안테나의 구조

Fig. 1은 직선편파 안테나의 구조이다.

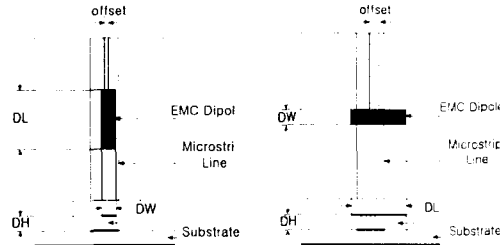


Fig. 1. Antenna structure of vertical and horizontal polarization

급전을 위한 마이크로스트립선로와 그 위에 다이폴을 얹은 구조로 동축핀 급전과 비교하여 매우 간결하므로 전송손실의 감소와 구조의 단순화가 기대된다. Fig. 2는 FDTD법으로 해석하기 위한 구조를 나타내고 있다.

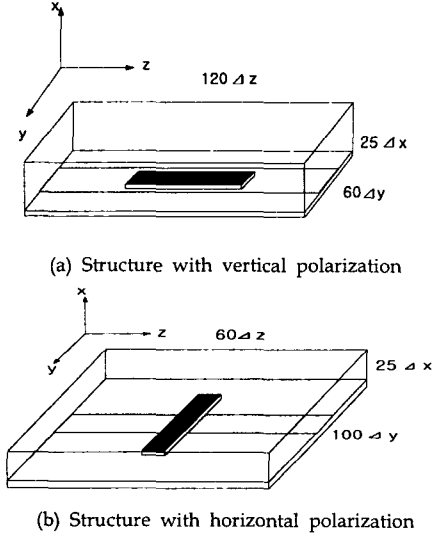
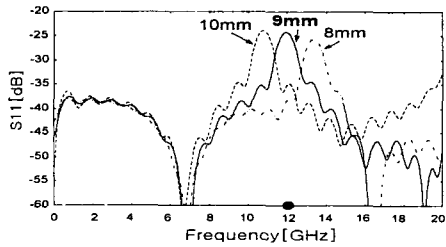
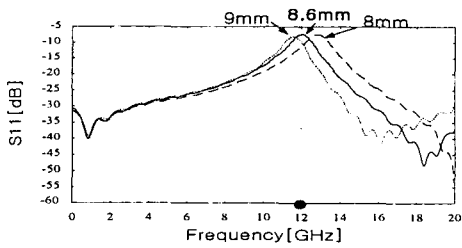


Fig. 2 Analysis structure using FDTD method

### 2.2 다이폴의 길이(DL) 변화



(a) S11 with respect to the variation of DL for model antenna with vertical polarization



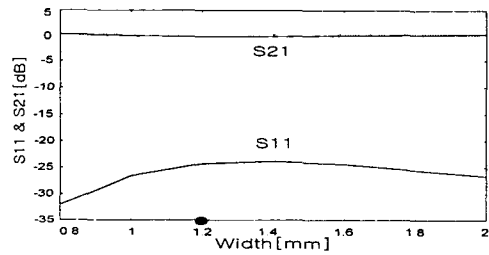
(b) S11 with respect to the variation of DL for model antenna with horizontal polarization

Fig. 3 Frequency characteristics of two types model antenna

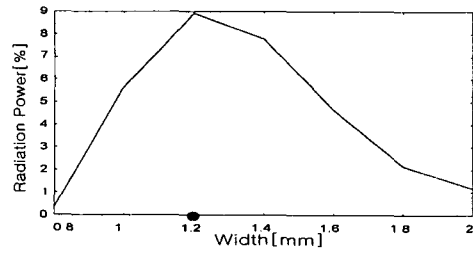
다이폴의 공진 길이는 식(1)에 의해 구할 수 있다. 12 GHz에 대한 공진 길이는 이 식에 의해 9.31 mm를 얻을 수 있다. 시뮬레이션을 해 본 결과 Fig. 3에서 보듯이 수직편파에서는 9 mm, 수평편파에서는 8.6 mm에서 공진함을 알 수 있었다. 식에 의한 공진길이와 시뮬레이션에 의한 공진길이가 다른 이유는 마이크로스트립선로와 다이폴 사이의 커플링 효과 때문이다.[4]

$$DL \approx \frac{\lambda_0}{\sqrt{2(\epsilon_r + 1)}} \quad (1)$$

### 2.3 다이폴의 폭(DW) 변화



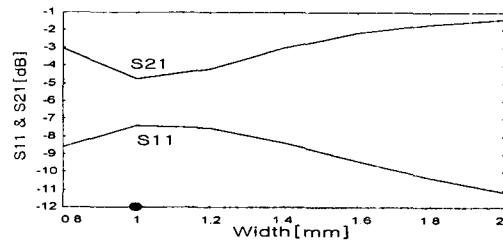
(a) S11 and S21 functions of the variation of DW



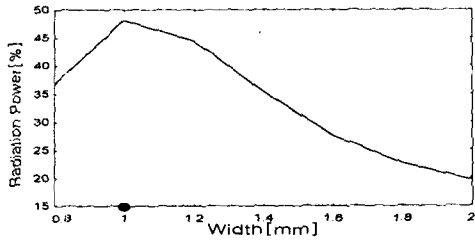
(b) Radiation power of the variation of DW

Fig. 4 The variation of DW for model antenna with vertical polarization

Fig. 4는 수직편파에서 다이폴의 폭을 0.8 mm에서 2 mm까지 변화 시켰을 때의 S11 및 S21의 변화와 복사전력을 나타내고 있는데 1.2 mm에서 좋은 특성을 보임을 알 수 있다.



(a) S11 and S21 functions of the variation of DW



(b) Radiation power of the variation of DW

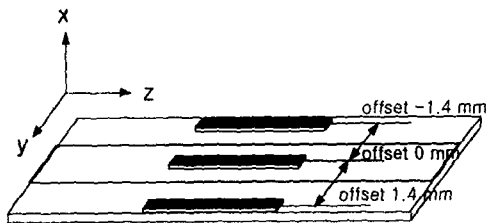
Fig. 5 The variation of DW for model antenna with horizontal polarization

Fig. 5는 수평편파에 대해 수직편파에서와 같이 변화시켜 보았다. 수직편파에서와는 달리 1.0 mm에서 특성이 가장 좋음을 알 수 있다. 복사전력은 식(2)에 의해 간단히 구할 수 있다.

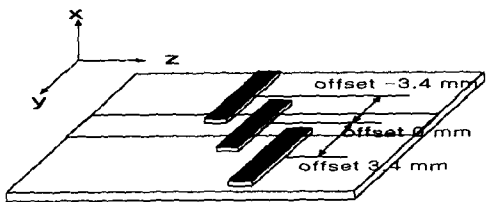
$$P_r = 1 - |S_{11}|^2 - |S_{21}|^2 \quad (2)$$

### 2.4 다이폴의 Offset 변화

수직편파에 대해 다이폴의 폭을 1.2 mm로 고정하고 Offset을 -1.4 mm에서 1.4 mm까지 변화시켜보았다. 수평편파에서는 다이폴의 폭을 1.0 mm로 고정하고 Offset을 -3.4 mm에서 3.4 mm까지 변화시켜보았는데 수직, 수평에서 정한 Offset의 범위는 모두 다이폴이 급전선로의 위에 놓여 있을 때이다. 다이폴이 급전선로에서 벗어날수록 Fig. 7와 Fig. 8에서 보듯이 커플링이 약해져 복사전력이 작아짐을 알 수 있다.

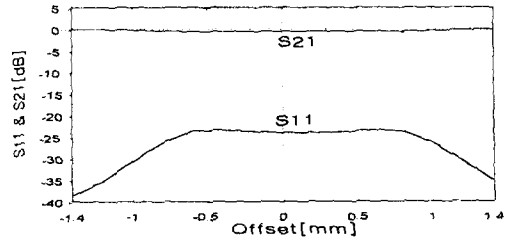


(a) Offset of the variation as vertical polarization

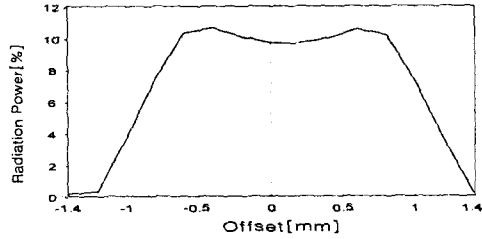


(b) Offset of the variation as horizontal polarization

Fig. 6 Offset of the variation

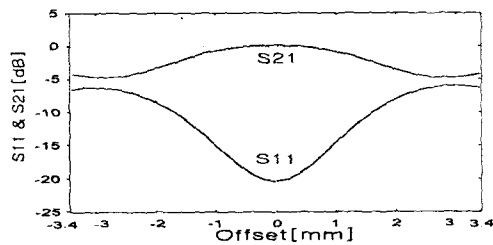


(a) S11 and S21 functions of the variation of Offset

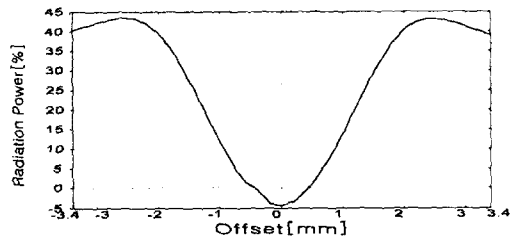


(b) Radiation power of the variation of Offset

Fig. 7 The variation of Offset for model antenna with vertical polarization



(a) S11 and S21 functions of the variation of Offset



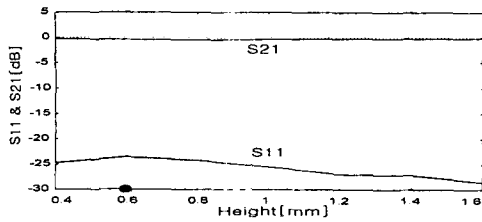
(b) Radiation power of the variation of Offset

Fig. 8 The variation of Offset for model antenna with horizontal polarization

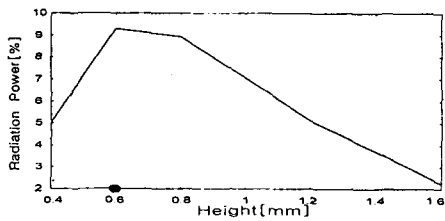
Fig. 8을 보면 수직편파에 비해 수평편파의 복사전력이 더 나아진 것을 알 수 있는데 이것은 다이폴이 급전선로에 수직으로 놓임으로써 커플링의 효과가 커졌기 때문이다. 복사전력이 음의 값이 나온 것은 FDTD상의 계산상의 오차로 사료된다.

### 2.5 다이폴의 높이(DH) 변화

수직편파에서는 높이 0.6 mm일 때 복사전력이 가장 좋지만 높이 0.8 mm와는 복사전력의 차이가 0.4 %밖에 나지 않았고, 높이 0.8 mm인 테프론 기판을 고려하였으므로 제작상의 번거로움을 피하기 위해 0.8 mm를 적용하였다. 수평편파에서는 높이 0.8 mm일 때 특성이 가장 좋다.

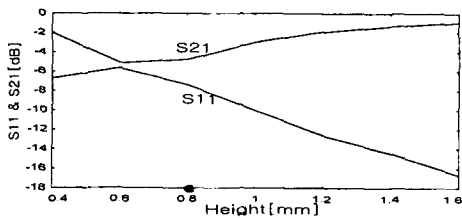


(a) S11 and S21 functions of the variation of DH

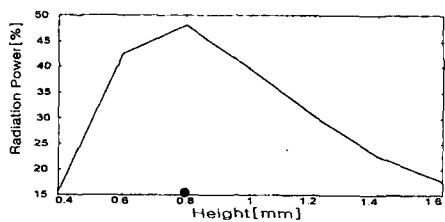


(b) Radiation power of the variation of DH

Fig. 9 The variation of DH for model antenna with vertical polarization



(a) S11 and S21 functions of the variation of DH

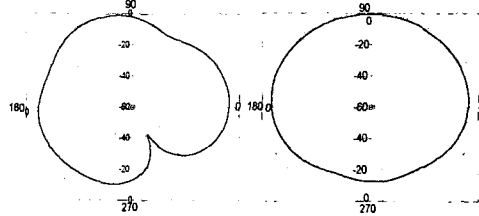


(b) Radiation power of the variation of DH

Fig. 10 The variation of DH for model antenna with horizontal polarization

### 2.6 EMC 다이폴 소자의 지향성 패턴

Table 1은 최적의 파라미터를 구해놓은 표이며, Fig. 11은 12 GHz에서의 지향성 패턴을 나타내고 있다. 각각의 그림들을 보면 정면 방향(90°)에서 약간씩 틸트됨을 알 수 있다.



(a) vertical polarization (b) horizontal polarization

Fig. 11 E-plane radiation pattern for 1-element

Table 1. Design parameters of vertical and horizontal polarization

설계주파수	수직편파	수평편파
12 GHz		
$\epsilon_r$	2.6	2.6
다이폴 길이(DL)	9 mm	8.6 mm
다이폴 폭(DW)	1.2 mm	1.0 mm
다이폴 높이(DH)	0.8 mm	0.8 mm
Offset	0 mm	1.0 mm

### III. 결론

이상에서 전자기적 결합을 이용한 EMC 다이폴 안테나를 설계, 시뮬레이션 해보았으며 직선편파를 만들기 위해 영향을 주는 파라미터들의 변화에 대해 알아보았다. 향후 EMC 다이폴 어레이 안테나 설계시 이러한 파라미터 특히, Offset을 이용하여 어레이 안테나를 설계해보아야겠고, 실제제작·측정하여 제안된 편파공용 안테나가 사용 가능한지를 검토해 보아야 할 것이다.

### 참고문헌

- [1] 민경식, 박세현, 김동철, Hiroyuki Arai, "이중공진 편파공용 마이크로스트립 패치안테나에 관한 설계", 1998년도 추계 마이크로파 및 전파학술대회 논문집, Vol.21 No pp. 263-266. 1998.9
- [2] E. Yamasita and Qian, "FDTD Analysis of Microwave Planner Circuits and Antennas, "Realize Inc., 1996
- [3] 박세현, "이동체 탑재형 CS/DBS용 마이크로스트립 패치 안테나의 특성에 관한 연구", 한국해양대학교 석사학위 논문, 2000
- [4] JF James & PS Hall, "Handbook of Micor strip Antennas", IEE, 1999