

비행체 탑재 능동 빔 조향 프린트형 야기-우다 안테나

°서정식*, 우종명*, 신헌철**

*충남대학교 전파공학과, **주성대학 정보미디어과
sseo@cnu.ac.kr, jmwoo@cnu.ac.kr, hcshin@jsc.ac.kr

Active Yagi-Uda Antenna attached Craft on Printing board for Beam Scanning

°Jeong-Sik Seo*, Jong-Myung Woo*, Hun-Cheol Shin**

*Dept. of Radio Science & Engineering, Chungnam National University, **Dept. of Media and Communication, Juseong College

Abstract

본 논문에서는 하나의 급전소자와 두개의 무급전 소자로 구성된 전·후방 지향성을 가진 비행체 탑재 능동 빔 조향 프린트형 야기-우다 안테나를 설계, 제작하였다. 제작된 안테나는 두개의 무급전 소자에 부착된 칩다이오드의 간단한 스위칭 작용(Open, Short)으로 지향성 다이버시티를 구현하였다. 그리고 모노폴 급전소자와 두개의 무급전 소자와의 거리를 변화시켜 상호 임피던스의 영향이 고려된 최대 전·후방비를 찾았다. 중심주파수 1.81 GHz에서 모노폴 급전소자와 무급전소자간의 간격이 0.25λ 일 때, 26.6 dB의 최대 전·후방비(Open-Short 또는 Short-Open)특성이 나타내었다. 이를 통해 후방에 있는 지상 통제소와 미사일의 비행 방향에 관계없이 교신 가능한 수신 레벨을 유지 할 수 있음을 확인하였다.

Key words : Beam Scanning, Yagi-Uda antenna on Printing, Switching antenna, Active antenna

I. 서론

현대 전장에 사용되는 제 3세대 미사일의 경우 사전에 입력된 위치 및 지리 정보 맵핑과 동시에 미사일에 탑재되어있는 레이더를 통한 후방 통제소와의 무선 정보전송 교신을 통해 목표물을 찾아 비행한다.

기존 미사일에 사용 중인 역 F 안테나의 경우, 미사일의 몸체 중간에 부착되어 미사일의 몸통에 의한 반사로 후방으로의 전파 방사가 억제되어 후방 통제소와의 통신 두절이 발생할 수 있다. 또한 전·후방 대칭적인 방사패턴^[2]으로 인해 미사일에 관한 정보가 전방에 위

치한 적에게 노출될 위험이 있다. 본 논문에서는 이러한 단점을 보완 하고자 이미 비행체 편상에 장착되어 후방 지향성 방사패턴 특성을 갖는 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나를 발표하였다^[5]. 그러나 그림 1에 나타내어진 바와 같이 비행체의 진행 방향이 상황에 따라 변화하기 때문에 통신에 유리하였던 후방 지향성 방사패턴이 불리하게 될 가능성이 있어, 미사일의 비행 방향에 따른 전방과 후방으로의 빔 조향 및 집중적인 방사 특성이 필요하다^{[3],[4],[5]}.

본 논문에서는 기존에 본 연구실에서 제안된 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나 무급전 소자에 능동 소자인 칩 다이오드를 부착하였으

며, 칩 다이오드의 단락과 개방의 특성을 이용하여 전방과 후방으로의 지향성을 가진 비행체 탑재 능동 빔 조향 프린트형 야기-우다 안테나를 새로이 설계 제작하였다. 또한 제안된 안테나의 제 특성과 기존에 제안된 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나의 제특성과 비교 설명하였다.

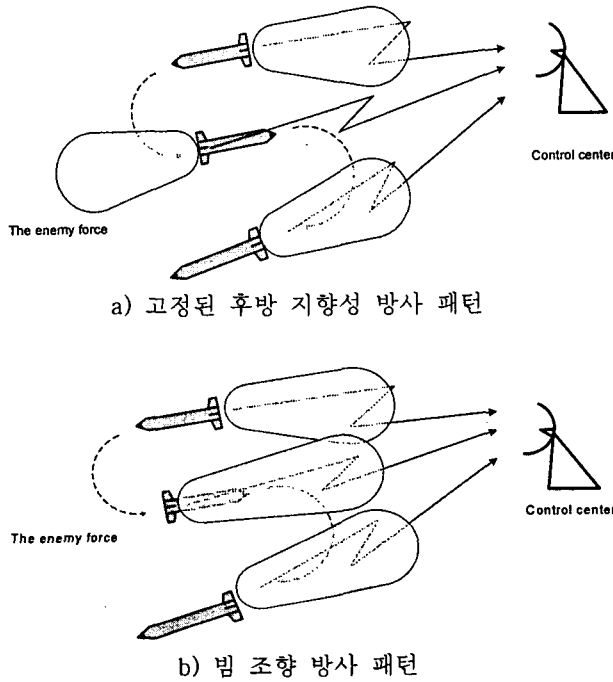


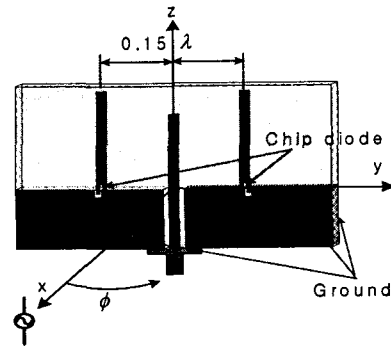
그림 1. 미사일 비행 변화에 따른 빔의 방향 예

II. 본론

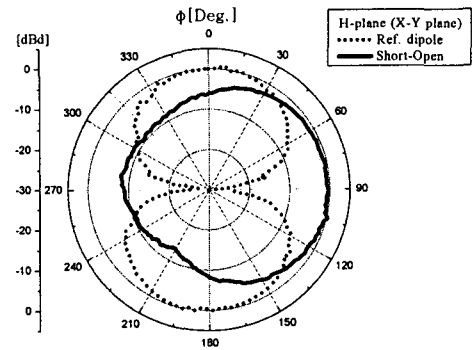
먼저 기존에 제안한 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나의 무급전 소자에 칩 다이오드를 부착하여 빔조향 특성을 살펴보았다.

그림 2에 칩 다이오드가 부착된 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나의 구조 및 측정된 전·후방비 방사 패턴 특성을 나타내었다. 중심 주파수 1.81 GHz로 설계되었으며, 두께 1.6 mm, $\epsilon_r=4.6$ 인 FR4 기판에 코플레나 급전 (CPWG) 방식으로 급전하였다. 그리고 급전소

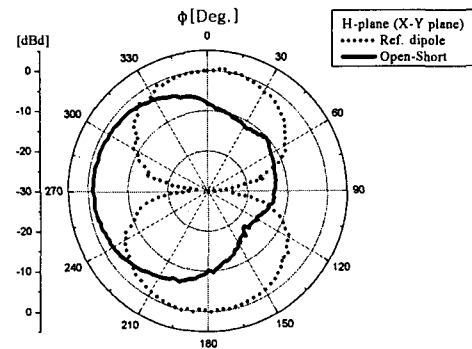
자와 두개의 무급전 소자간의 간격은 0.15λ 로 설정하였다.



a) 구조



b) Short-Open ($\phi=270^\circ$:Short, 90° :Open)



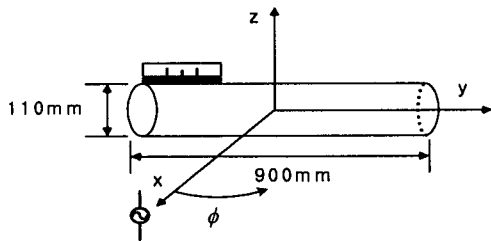
c) Open-Short ($\phi=270^\circ$:Open, 90° :Short)

그림 2. 칩 다이오드가 부착된 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나의 구조 및 전·후방비 방사패턴 특성 (1.81 GHz)

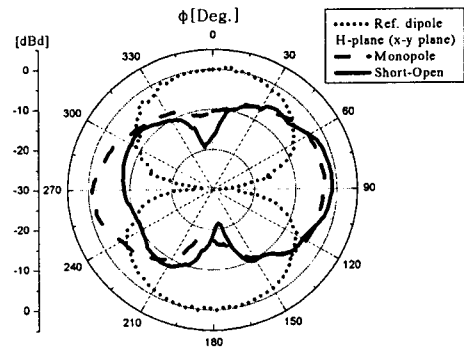
그림 2 (a)에 나타난 바와 같이 칩 다이오드는 무급전 소자와 그라운드 사이에 부착되어 연결되어 있다. 부착된 칩 다이오드는 외부에

서 인가된 DC Bias 변환에 따라 순방향인 경우 Short로 되어 그라운드와 연결되며 반사기로 동작을 하게 되고, 역방향인 경우 Open으로 되어 도파기로 동작 하게 된다. 방사패턴 측정 결과 Short-Open 12.3 dB, Open-Short 12.1 dB의 전·후방비 특성을 나타내었으며, -1.3 dBd의 이득 특성을 나타내었다. 이를 통해 두개의 무급전 소자가 칩 다이오드의 DC Bias 변환 특성에 의해 도파기와 반사기로 동작하여 주빔의 방향을 $\phi = 90^\circ$ 와 270° 의 방향으로 조향됨을 확인하였다.

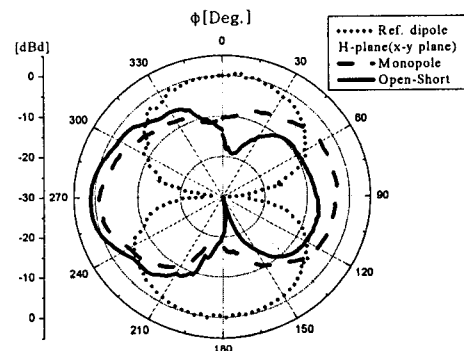
그림 3에서 실제 모형 미사일에 탑재되어있는 제작된 안테나의 구조 및 방사 패턴 측정 결과를 나타내었다. 제작된 안테나는 미사일 몸통에 부착된 기존의 역 F 안테나와는 달리 그림 3 a)에서와 같이 미사일 핀에 부착되었다. 측정 결과 Short-Open의 경우 이득 -1.1 dBd, 전·후방비 7.5 dB의 특성을 나타내었으며, Open-Short의 경우 이득 1.1 dBd, 전·후방비 8.9 dB의 특성을 나타내었다. 두 경우의 전·후방비와 이득이 약간의 차이가 나타나는 이유는 반사판 역할을 하는 미사일 몸체의 상호비대칭적인 길이에 의한 이미지 효과로 사료된다. 그러나 실제 모형 미사일에 탑재시에도 미사일의 위치에 상관없이 미사일의 주빔의 방향을 전·후방으로 지향시킴으로써 높은 수신 레벨을 유지 할 수 있음을 확인하였다.



a) 구조



b) Short-Open ($\phi=270^\circ$:Short, 90° :Open)



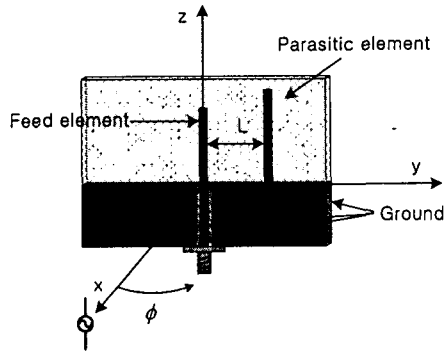
c) Open-Short ($\phi = 270^\circ$:Open, 90° :Short)

그림 3. 실제 모형 미사일 부착시 방사패턴

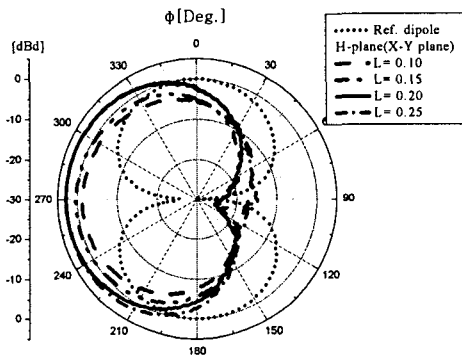
하지만, 두개의 무급전 소자를 부착함으로써 야기되는 안테나의 상호 임피던스 변화는 하나의 무급전 소자를 부착하였을 때와는 또 다른 최적의 조건이 요구된다^{[1],[3],[5]}. 그러므로 본 논문에서는 변화된 상호 임피던스의 영향까지를 고려한 최적의 전·후방비를 찾고자 모노폴 급전소자와 두개의 무급전 소자 사이의 거리 변화에 따른 특성 변화를 측정하였다. 그리고 최적의 거리에서 측정된 최대 전·후방비 특성을 반사기 소자 하나만이 부착된 안테나와의 특성과 비교하였다.

그림 4에 하나의 반사기 소자만이 부착된 안테나의 구조 및 전·후방비 특성을 나타내었다. 0.10λ 에서 0.25λ 까지 0.05λ 간격으로 급전소자와의 거리(L)를 변화 하였으며, 반사기만 부

착된 경우 측정된 H-Plane 방사 패턴 결과 0.20λ 에서 이득 2.9 dBd, 최대 전·후방비 26.8 dB 특성으로 가장 최적화된 전·후방비 특성을 나타냄을 확인 하였다.

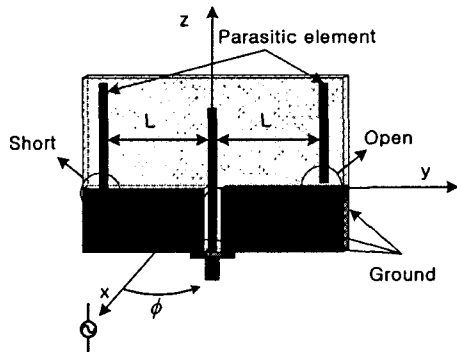


a) 구조

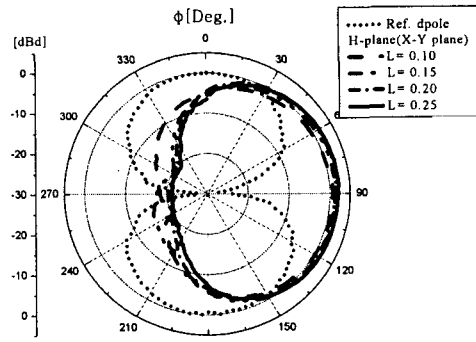


b) 방사패턴

그림 4. 반사기만 부착된 프린트형 야기-우다 안테나 구조 및 간격(L) 변화에 따른 방사패턴 (1.81GHz)



a) 구조



b) Short-Open($\phi=270^\circ$:Short, 90° :Open)

그림 5. 두개의 무급전 소자 부착시 프린트형 능동 야기-우다 안테나 구조 및 소자 간격 변화에 따른 전·후방비 방사패턴 (1.81 GHz)

그림 5에서는 모노폴 급전 소자 좌우측에 두개의 무급전 소자를 부착한 빔조향 프린트형 능동 모노폴 야기-우다 안테나의 구조 및 최대의 전·후방비를 찾기 위해 소자간 거리에 따른 방사패턴을 나타내고 있다.

모노폴 급전 소자와 두개의 무급전 소자간의 거리(L)를 0.10λ 에서 0.25λ 까지 0.05λ 간격으로 변화 시켰으며, 그 결과 소자간 거리 0.25λ 에서 이득 2.1 dBd, 최대 전·후방비 23.6 dB 특성으로 가장 최적화된 전·후방비 특성을 나타냄을 확인 하였다. 위의 결과는 반사기 하나만 부착된 프린트형 야기-우다 안테나보다는 이득 0.9 dB, 전·후방비 3.2 dB가 낮지만, 전술된 칩 다이오드 부착 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나의 특성과 비교하여 볼 때 이득 3.4 dB, 전·후방비 11.3 dB 향상된 결과로 더욱 최적화 되었음을 알 수 있다. 반사기 한개만 있을 시의 소자 거리 L이 차이가 나타난 것은 급전 소자 양쪽에 두개의 무급전 소자를 부착함으로써 달라진 상호 임피던스의 영향 때문이라 사료된다.

III. 결론

본 논문에서는 기존에 제안된 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나의 무급전 소자에 칩 다이오드를 부착하여 칩 다이오드의 간단한 스위칭 작용으로 전·후방으로의 빔조향이 가능한 프린트형 능동 모노폴 야기-우다 안테나를 설계, 제작하여 제 특성을 살펴보았다.

상호 임피던스를 고려하여 최적화된 비행체 탑재 능동 빔 조향 프린트형 야기-우다 안테나의 경우 무급전 소자의 간격 L 이 0.25λ 일 때 최적화 되었으며, 이때 이득 2.1dBd, 최대 전·후방비 23.6 dB 특성이 나타내었다. 이는 반사기만이 부착된 경우보다는 이득 0.9 dB, 전·후방비 3.2 dB 낮은 특성이지만, 기존의 프린트형 모노폴 야기-우다 안테나의 무급전 소자에 칩 다이오드를 부착한 특성보다는 3.4 dB 이득, 11.3 dB 전·후방비의 향상된 결과로 더욱 최적화 되었다.

이로써 본 논문에서 제안된 안테나는 프린트형 능동 야기-우다 안테나의 장점인 제작공정의 간결성과 비행체의 방향전환에 따른 최적화된 교신 레벨을 유지함으로써, 통신두절의 가능성을 최소화시킬 수 있어 비행체의 통제에 적합한 안테나임을 확인하였다.

본 연구는 한국과학재단 목적기초연구(R01-2003-000-10880-0) 지원으로 수행되었음.

참고문헌

- [1] C. A. Balanis, *Antenna theory analysis and design*, 2nd edition, John Wiley& Sons, INC., 1982.
- [2] 이호선, 우종명, "비행체 탑재 안테나에 관한 연구," 한국전자파학회논문지, pp. 627~633,

Vol. 11, No. 14, 2000.

[3] 문상만, "코플레나 급전 평면형 모노폴 야기-우다 안테나의 설계 및 제작," 충남대학교 전파공학과 석사 학위 논문, 2002.

[4] 문상만, 이종환, 우종명, 이기완, "평면형 모노폴 야기-우다 안테나," 제 10차 유도무기 학술대회 논문집, pp. 413~417, 국방과학 연구소, 2000.

[5] 이성민, 성낙은, 우종명, "프린트형 능동 야기-우다 안테나," 마이크로파 및 전파학술대회 논문집, pp. 169~172, Vol. 25, No. 1, 2002.