

# 기본 및 고차모드 SIW 급전을 이용한 단일 방사체 방향 탐지 안테나 설계 Design of a fundamental and higher order SIW-fed single radiator antenna for an angle estimation application

윤상운\* · 임태홍\* · 추호성\*  
Sangwoon Youn\* · Tae Heung Lim\* · Hosung Choo\*

\* 홍익대학교 전자전기공학부  
(tirano88@naver.com)

## ABSTRACT

본 논문에서는 substrate integrated waveguide (SIW)를 급전부로 설계하고, 하나의 방사체를 사용하여 합 패턴과 차 패턴을 동시에 형성하는 안테나를 제안하였다. 제안된 안테나는 SIW TE<sub>10</sub>, TE<sub>20</sub> 모드 급전을 통해 합, 차 패턴에 해당하는 기본모드 방사패턴과 고차모드 방사패턴을 왜곡 없이 도출하였고, 도출된 패턴과 모노펄스 방향 탐지 성능 보정 상수를 계산하여 방향 탐지 결과를 선형적으로 도출하였다.

Key Words : substrate integrated waveguide, monopulse, higher-order, single radiator, angle estimation

## 1. 서론

최근 무선통신기술이 발달함에 따라 다양한 분야에서 방향 탐지 기술에 관한 연구가 활발히 진행되고 있다. 방향 탐지 기술 중에서 대표적으로 모노펄스 방향 탐지 기술은 저렴한 비용과 간단한 구조로 구현할 수 있으며, 미사일, 레이더, 항공기 등 다양한 분야에서 적용되고 있다. 모노펄스를 이용한 방향 탐지를 위해서는 동일한 안테나를 2개 이상 배열하여 각 안테나의 방사패턴의 합과 차를 이용해야한다. 기존의 모노펄스 기술은 4개의 방사체를 사용하고 합, 차 패턴을 도출하는 계산 부를 필요로 하여 큰 부피가 요구된다. 선행 연구로는 혼 안테나 배열과 반사판을 이용해 합, 차 패턴을 형성하는 방법을 제안하는 연구가 있고, 마이크로스트립 패치안테나를 배열하여 모노펄스 기술을 구현한 사례가 있다<sup>[1]</sup>. 이와 같이 다양한 방법을 사용해 모노펄스 기술을 이용한 방향 탐지에 대한 연구가 활발히 진행되고 있다. 하지만 합, 차 패턴 도출을 위한 복잡한 급전구조와 다수의 방사체를 필요로 하는 문제점이 해결되지 않고 있다. 이러한 구조를 간소화하기 위해 서로 다른 모드의 패턴을 사용한 연구가 있으나, SIW와 하나의 방사체에 두 개의 급전을 공유하는 연구는 진행된 바 없다.

본 논문에서는 SIW를 급전부로 설계하고, 하나의 방사체를 사용하여 합, 차 패턴을 동시에 형성하는 방향 탐지 안테나를 제안하였다<sup>[2]</sup>. 제안된 안테나는 SIW의 기본 및 고차모드 급전을 통해 합, 차 패턴을 왜곡 없이 도출하였고, 모노펄스 방향 탐지 성능 보정 factor를 계산하여 방향 탐지 결과를 선형적으로 도출하였다.

그림 1은 제안된 안테나의 형상을 나타내며, 하나의 패치안테나 방사체에 SIW를 이용해 TE<sub>10</sub>모드와 TE<sub>20</sub>모드를 급전하였다. 패치안테나는  $s = 144.6$  mm,  $t = 8$  mm 크기의 기판을 가지며,  $p = 26.9$  mm크기의 패치로 설계하였다. TE<sub>10</sub>모드 급전을 위해  $d_1 = 7$  mm,  $W_1 = 50.8$  mm의 변수를 가지는 SIW와  $d_2 = 13.4$  mm,  $W_2 = 144.6$  mm의 크기를 가지는 TE<sub>20</sub> SIW를 설계하였다. 두 SIW 급전부는  $g = 10$  mm크기의 간격을 갖고 있다.

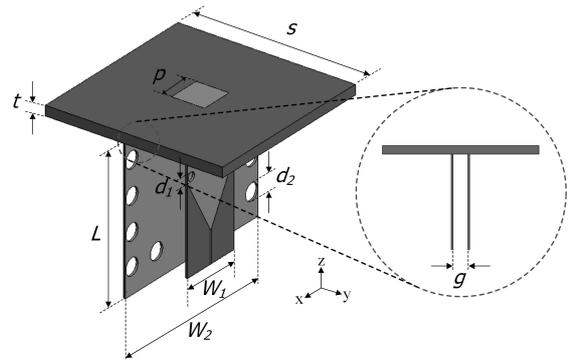


그림 1 제안된 안테나 형상

## 2. 본론

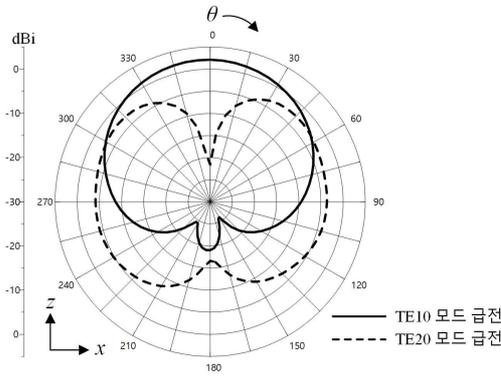


그림 2 제안된 안테나의 2D 복사패턴

그림 2는 TE10 모드와 TE20모드 급전에 따른 제안된 안테나의 2D 복사 패턴을 각각  $zx$  평면에서 보여준다. 실선과 점선은 각각 TE10과 TE20 모드에서 방사되는 패턴을 나타내며, 이 복사패턴이 나타내는 것은 모노필스 안테나에서의 합, 차 패턴과 형상이 매우 유사한 것을 확인하였다. 각 복사 패턴 최대이득이 TE10 모드는 0도 방향에서 2.11 dBi, TE20모드에서 -21.5 dBi로 약 23.6 dB의 이득차이를 가지며, TE20모드는 45도 방향에서 -2.59 dBi의 최대이득을 가진다.

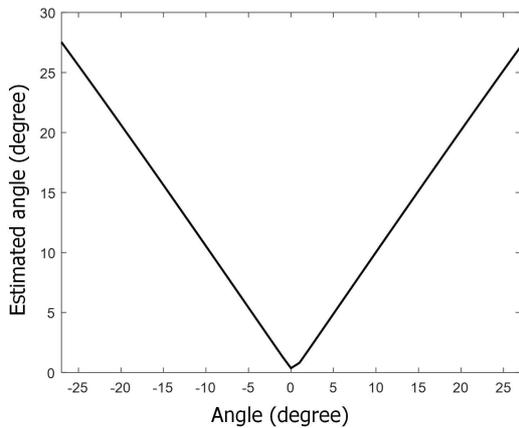


그림 3 합 패턴과 차 패턴을 이용한 방향 탐지 결과

그림 3은 앞서 도출한 합 패턴과 차 패턴을 모노필스 이론에 적용하여 도출한 방향 탐지 결과를 보여준다. 모노필스 이론에 의하면 차 패턴을 합 패턴으로 나눈 비율을 이용해 신호의 방향을 예측할 수 있고, 각 패턴의 위상차를 계산하면 좌우 방향 또한 예측이 가능하다. 합, 차 패턴의 세기가 다르게 나타나는 경우가 일반적이는데, 이때 방향 탐지 성능 보정 상수를 계산하여 곱해주어야 그림 3과 같이 각도에 따라 선형적인 결과를 얻을 수 있다. 위 방향 탐지 결과는 보정 상수값 2.1를 통해 얻은 결과를 보여준다.

3. 결론

본 논문에서는 SIW를 급전부로 설계하고, 하나의 패치안테나 방사체에서 합 패턴과 차 패턴을 동시에 형성하는 안테나를 제안하였으며, TE10모드와 TE20모드에 의한 방사 패턴은 각각 2.11 dBi와 -2.59 dBi의 최대이득을 가진다. 도출된 패턴과 모노필스 방향 탐지 성능 보정 상수 2.1을 도출하여 각도에 따라 선형적인 방향 탐지 결과를 나타냈다.

References

[1] H. Wang, D. G. Fang, and X. G. Chen, "A compact single layer monopulse microstrip antenna array" *IEEE Trans on Antennas. Propag.* Vol. 54, No 2. February. 2006

[2] F. C. Ren, W. Hong and K. Wu, "Three-Dimensional SIW-Driven Microstrip Antenna for Wideband Linear and Circular Polarization Application" *IEEE Antennas Wirel. Propag. Lett.*, Vol 16, pp. 2400-2403, June. 2017