

U-형태의 driver를 가지는 THz Yagi-Uda 안테나 THz Yagi-Uda Antenna with U-shaped driver element

한경호*, 박용배*, 김상인*, 한해욱**, 박익모*, 임한조*

*아주대학교 전자공학부, **포항공과대학교 전기컴퓨터공학부

ipark@ajou.ac.kr

THz 안테나는 저온 성장된 갈륨비소 (LT-GaAs) 기판 위에 증착된 THz 신호원인 포토믹서와 결합하여 주로 사용한다. 포토믹서는 반도체 칩 크기로 제작이 가능하고, 주파수 가변성이 좋으며, 상온에서 동작하는 장점들이 있기 때문에 안테나와 결합하여 THz파의 발생 및 검출에 많이 사용하고 있다^{(1),(2)}. 그러나 포토믹서는 물질 특성상 10,000 W 이상의 매우 높은 입력 임피던스를 가지고 있기 때문에 일반적인 안테나와 결합해서 사용할 시에 두 소자 간에 심각한 임피던스 부정합이 발생하게 되어 THz파의 출력이 낮아지는 원인이 된다⁽³⁾. 이는 기존의 마이크로파 대역에서 사용되는 일반적인 안테나들은 대부분 50 W 이나 75 W 선로에 임피던스 정합이 용이하도록 설계되어 있어 안테나의 임피던스는 100 W 내외로 포토믹서에 비해서 상대적으로 아주 낮은 값을 가지기 때문이다. 따라서 포토믹서와 결합해서 높은 출력의 THz파를 발생시키기 위해서는 안테나의 입력 임피던스를 증가시켜야 한다. 본 논문에서는 높은 입력 임피던스 특성이 있는 전 파장 다이폴을 굽힌 U-형태의 dipole을 driver로 사용하는 Yagi-Uda 안테나를 설계하였고, 기존의 driver가 전 파장 다이폴인 Yagi-Uda⁽⁴⁾와 입력저항 특성을 비교하였다. 그림 1에는 제안한 Yagi-Uda 안테나의 구조도를 나타내었다. 제안한 안테나는 비유전율이 12.9이고 면적이 $1200 \times 300 \text{ mm}^2$, 두께가 4 mm인 기판 위에 놓여있다. Yagi-Uda 안테나의 driver는 높은 입력 임피던스를 얻기 위하여 U-형태로 설계하였고 driver 중앙에는 THz파 발생을 위하여 포토믹서가 결합되어 있다. 각 금속 소자들의 두께와 전도도는 각각 실제 안테나 제작에 사용되는 Ti/Au 박막의 측정값인 0.35 mm 와 $1.6 \times 10^7 \text{ S/m}$ 로 두었다⁽⁵⁾. 안테나의 최적화는 CST사의 EM simulator인 MWS로 하였으며 각각의 설계변수들은 다음과 같이 두었다: $L_o=170 \text{ mm}$, $L_1=110 \text{ mm}$, $L_2=110 \text{ mm}$, $L_3=110 \text{ mm}$, $S_o=250 \text{ mm}$, $S_1=55 \text{ mm}$, $S_2=250 \text{ mm}$, $S_3=350 \text{ mm}$, $A=20 \text{ mm}$, $B=4 \text{ mm}$, $C=7 \text{ mm}$, $w=25 \text{ mm}$. 그림 2에는 Yagi-Uda 안테나의 입력 저항 곡선을 나타내었다. 실선은 driver가 U-형태인 Yagi-Uda 안테나의 입력 저항을 나타낸 곡선이고 점선은 driver가 전 파장 다이폴인 Yagi-Uda 안테나의 입력 저항을 나타낸 곡선이다. Driver가 U-형태인 Yagi-Uda 안테나는 552 GHz에서 공진하며 4054 W 입력 저항을 가지고 있고, driver가 전 파장 다이폴인 Yagi-Uda 안테나는 590 GHz에서 공진하며 2121 W의 입력 저항을 가진다. 이와 같이, Yagi-Uda 안테나의 driver를 U-형태의 다이폴로 사용함으로써 기존의 driver가 전 파장 다이폴인 Yagi-Uda 안테나에 비하여 2000 W 정도 증가된 입력 저항을 얻을 수 있었다. 그림 3과 4에는 각각 xy-평면과 xz-평면에서 본 복사패턴을 나타내었다. 공진주파수인 552 GHz에서 10.5 dBi의 지향성과 80.2%의 복사효율을 가지고, 한 방향으로 지향적인 복사패턴이 나타나는 것을 알 수 있다. 본 논문에서 제안한 Yagi-Uda 안테나를 얇은 기판 위에 설계하여 배열 방향으로 THz파의 복사가 이루어지도록 하였다. 또한, driver를 U-형태로 설계하여 기존의 driver가 전 파장 다이폴인 Yagi-Uda 안테나에 비하여 안테나의 입력 저항을 2배 정도 증가시킬 수 있었다. 따라서 높은 입력 임피던스를 가지는 포토믹서와의 임피던스 부정합 문제를 보다 개선할 수 있게 되었고 증가된 THz파 출력을 얻을 수 있게 하였다.

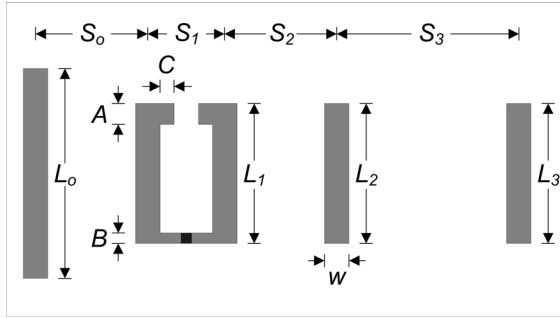


그림 1. 안테나의 구조도

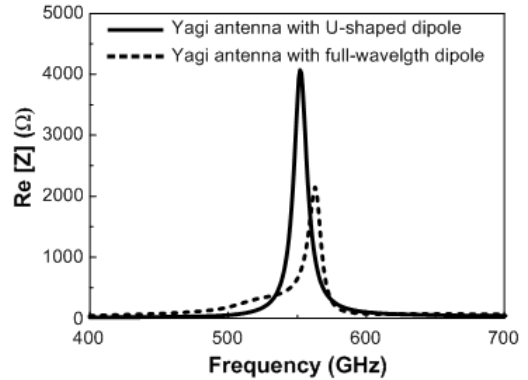


그림 2. 안테나의 입력 저항 곡선

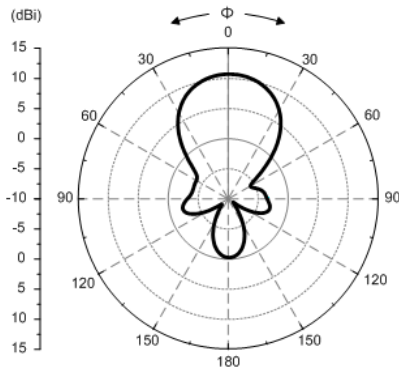


그림 3. xy-plane 복사패턴

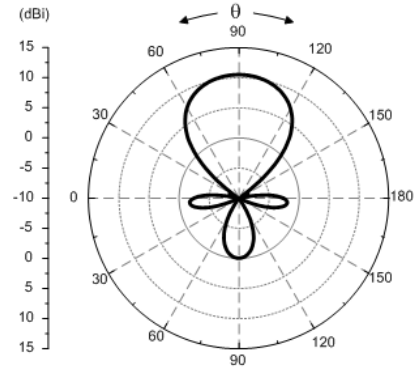


그림 4. xz-plane 복사패턴

참고문헌

1. M. Tani, O. Morikawa, S. Matsuura, and M. Hangyo, "Generation of terahertz radiation by photomixing with dual- and multiple-mode lasers", *Semiconductor Science Technol.*, vol. 20, no. 7, pp. S151-S163, (2005).
2. D. Saeedkia, A. Majedi, S. Safavi-Naeini, and R. Mansour, "Analysis and design of a photoconductive integrated photomixer/antenna for terahertz applications," *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 41, no. 2, pp. 234-241, (2005).
3. S. Duffy, S. Verghese, K. McIntosh, A. Jackson, A. Gossard, and S. Matsuura, "Accurate modeling of dual dipole and slot elements used with photomixers for coherent terahertz output power", *IEEE Trans. Microwave Theory Tech.*, vol. 49, no. 6, pp. 1032-1038, (2001).
4. 한경호, 김상인, 한해욱, 박익모, 임한조, "테라헤르츠 대역의 Yagi-Uda 안테나 설계," 한국광학회 2007 하계학술대회 논문집, pp 281-282, (2007).
5. U. Keli, D. Dykarr, A. Levi, R. Kopf, L. Pfeiffer, S. Darack, and K. West, "High-speed coplanar transmission lines", *IEEE J. Quantum Electron.*, vol. 28, no. 10, pp. 2333-2342, (1992).