

<https://doi.org/10.7236/JIIBC.2022.22.4.35>  
JIIBC 2022-4-6

## T자형 급전선과 스파이럴구조를 이용한 이중대역 소형패치 안테나 설계에 관한 연구

### A Study on the Design of Dual-Band Small Patch Antenna using T-shaped Feeder and Spiral Structure

이윤민\*, 신진섭\*\*

Yun-Min Lee\*, Jin-Seob Shin\*\*

**요약** 본 논문은 전자제품의 PCB 기판 외곽에 위치시켜 ISM 대역에서 무선통신이 가능하도록 하는 안테나를 제안하였다. PCB에서는 부품의 간섭 또는 디자인에 방해가 되지 않도록 소형화하기 위해 T자형 OPEN - STUB 급전선을 설계하였다. T자형 스티브 급전선과 스파이럴 구조를 이용하여 각각 2.4GHz, 5.8GHz 대역에서 안테나의 특성을 확인하였다. 실험을 위하여 안테나 크기는 가로 5mm X 세로 6.5mm의 크기로 하였으며 PCB두께는 1.2T로 하여 제작하였다. 제작된 안테나의 실험 측정결과 2.4GHz, 5.8GHz에서 -10dB 이상의 반사손실을 얻을 수 있었다. 또한 E-plane에서 이득은 -4.45dBi로 나타났으며, H-plane에서 이득은 -1.05dBi 나타났다. 따라서 여기서 제안된 무선통신용 소형안테나에서 우수한 성능을 나타내었다.

**Abstract** This paper proposes an antenna that is located outside the PCB substrate of an electronic product to enable wireless communication in the ISM band. The PCB designed the T-shaped OPEN-STUB power supply line to be miniaturized so that it does not interfere with parts or interfere with design. The characteristics of the antenna were confirmed in the 2.4GHz and 5.8GHz bands using a T-shaped stub feeder and a spiral structure. The size of the antenna is 5mm in width X 6.5mm in length, and the thickness of the PCB is 1.2T. As a result of measurement of the manufactured antenna, it was possible to obtain a return loss of -10dB or more at 2.4GHz and 5.8GHz. In the E-plane, the gain was -4.45 dBi, and in the H-plane, the gain was -1.05 dBi. Therefore, the proposed small antenna for wireless communication showed excellent performance.

**Key Words** : Spiral antenna, T-shaped stub feeder, ISM band, Small antenna

## 1. 서 론

최근 다양한 IoT(Internet of Things)기기들이 개발됨에 따라 사물들을 연결하여 지능형 기술 및 서비스가

제공되고 있다. 특히 가정내에 사용되는 가전제품 등이 무선랜(WLAN), 블루투스(BlueTooth) 등의 통신기술을 이용하여 사용에 편리함을 제공하고 있다.<sup>[1][2]</sup> 이러한 통신기술을 이용하기 위해선 ISM(Industrial

\*정회원, (주)아이씨디

\*\*정회원, 경민대학교 컴퓨터정보통신과

접수일자 2022년 6월 28일, 수정완료 2022년 7월 28일

게재확정일자 2022년 8월 5일

Received: 28 June, 2022 / Revised: 28 July, 2022 /

Accepted: 5 August, 2022

\*Corresponding Author: e-mail : lymcall@naver.com

ICD Base Technology R&D Center, Korea

Scientific Medical) 대역 2.4GHz/5.8GHz의 근거리 무선통신을 위한 가전제품 등에 적용될 수 있는 소형 안테나 연구가 필요하다.<sup>[3][4]</sup>

본 논문에서는 ISM 대역 무선통신을 위한 전자제품의 PCB(Printed Circuit Board) 외곽에 위치해 기구물 간섭을 최소화하도록 하고, 무선통신이 가능한 ISM 대역 소형 안테나 설계를 제안한다. PCB기반에 제작된 안테나는 제조비용이 저렴하고, 대량생산이 가능하여 최근 가장 많이 사용되고 있는 안테나 설계방법이다.<sup>[5][6][7]</sup>

전자제품의 PCB에서 부품의 간섭 또는 디자인에 방해가 되지 않도록 소형화하기 위해 T자형 OPEN-STUB 급전선을 설계하며, 이중대역 특성을 갖는 2차 공진 주파수를 위한 스파이럴 구조를 설계하여 연구를 진행하였다. 안테나의 크기는 5mm X 6.5mm로 대단히 작다. 안테나의 특성 변화요소로는 T자형 급전선 길이 변화, 스파이럴 구조 길이 변화 등이다.[8][9]

## II. 안테나 구조 설계

그림 1은 제안한 안테나 구조를 나타낸 그림이다. 기본 구조는 T정합 스텐드 형태의 구조의 안테나이다. 사용된 PCB기반은 비유전율이 4.4인 FR-4를 사용하였고, 두께는 1.2mm 이다. IoT 제품 PCB의 외곽에 안테나의 전체 크기는 가로 5mm, 세로 6.5mm의 공간에 설계하였다. 제품에 간섭을 최소화 하기위해 간격을 0.2mm로 하여 소형화하였다. 패턴 두께는 0.4mm이다. 급전선 임피던스는 50Ω Lumped Port를 이용하였다.

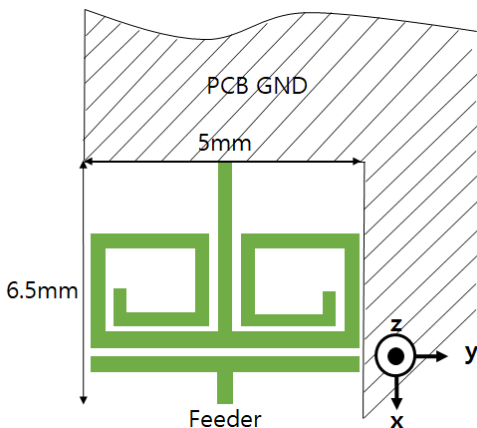


그림 1. 제안한 안테나 구조  
Fig. 1. The proposed antenna structure

## III. 파라미터 변화에 대한 안테나의 특성변화

표 1에서는 T자형 오픈 스텐드 급전선을 이용한 스파이럴 소형 패치 안테나의 특성변화를 위한 안테나 파라미터를 나타내고 있다. F<sub>L</sub>은 T형 급전선의 변화를 2.2mm에서 4.8mm까지 변화하였다. S1은 스파이럴 구조의 첫 번째 길이를 0.2mm에서 4.2mm까지 나타내었다. S2는 스파이럴 구조의 두 번째 길이를 1.6mm까지 변화하였다. S3, S4, S5로 스파이럴 구조의 변화를 각각 나타내었다.

표 1. 제안된 안테나 파라미터  
Table 1. The parameter of proposed antenna

변수	내용	크기
F <sub>L</sub>	T 급전선 길이	2.2mm ~ 4.8mm
S1	SPIRAL 길이 1	0.2mm ~ 4.2mm
S2	SPIRAL 길이 2	0.2mm ~ 1.6mm
S3	SPIRAL 길이 3	0.2mm ~ 2.6mm
S4	SPIRAL 길이 4	0.2mm ~ 1.0mm
S5	SPIRAL 길이 5	0.2mm ~ 2.0mm

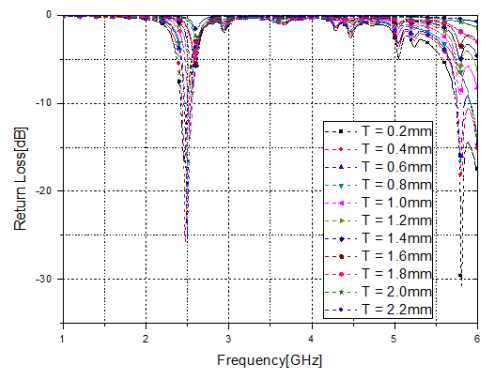


그림 2. T자형 급전선 변화의 반사손실  
Fig. 2. Return loss of T-shaped feeder variation

그림 2는 T자형 급전선 변화의 반사손실을 나타낸 그림이다. T자형 급전선 길이 변화에 따라 반사손실 값이 -1dB에서 -30dB까지 변화를 나타내고 있다. 급전선 폭은 0.4mm이고 갭은 0.2mm로 설계해야할 안테나 공간을 최대한 크기를 확보되고, 길이가 길어질수록 5.8GHz에서 공진주파수가 나타나는 것을 확인할 수 있었다.

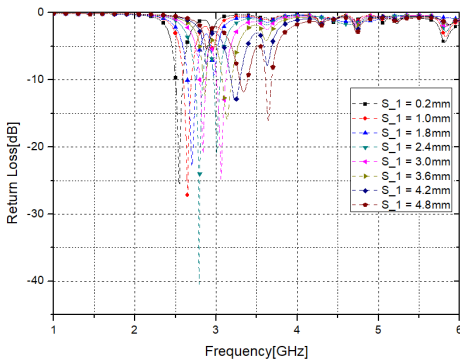


그림 3. 스파이럴 구조 S1 변화의 반사손실  
 Fig. 3. Return loss of spiral structure S1 variation

그림 3은 2.4GHz 주파수 공진을 위한 스파이럴 형태로 길이를 변화한 그림이다. S1의 길이가 길어짐에 따라 공진 주파수가 하한주파수 대역으로 움직이고 있다. S1의 길이는 그라운드와 가까워질수록 반사손실이 좋아지는 결과를 확인하였다. 다양한 공진주파수를 위한 구조를 위해 4.2mm까지의 결과로 S1의 길이를 정하였다.

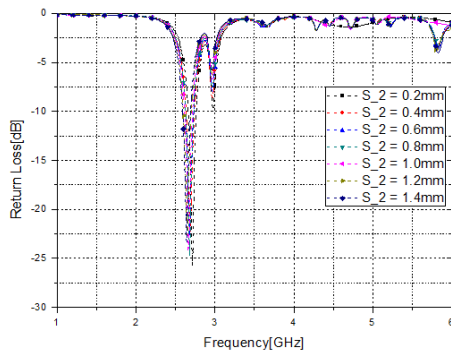


그림 4. 스파이럴 구조 S2 변화의 반사손실  
 Fig. 4. Return loss of spiral structure S2 variation

그림 4는 S2 변화의 길이를 변화하여 반사손실을 나타낸 그림이다. S1의 길이변화의 반사손실에 스파이럴 형태로 S2 변화에 따른 반사손실 결과의 변화를 확인하였다. S2 0.2mm에서 1.4mm까지 길이 변화가 중앙 폴에 가까워지면서 이중대역 공진이 이루어지며 길이 변화에 따라 반사손실의 변화됨을 볼 수 있었다.

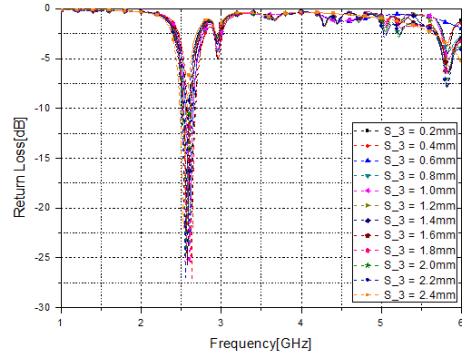


그림 5. 스파이럴 구조 S3 변화의 반사손실  
 Fig. 5. Return loss of spiral structure S3 variation

그림 5는 스파이럴 구조를 위한 S3 길이를 변화하여 반사손실을 나타낸 그림이다. S3 길이 변화에 따라 5.8GHz 주파수 대역에서 공진주파수가 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 하지만 만족할 만한 매칭은 이루어지지 않은 것을 확인 하였으며, 스파이럴 구조의 변화를 위해 계속해서 길이 0.2mm에서 2.4mm까지 변화를 도시하였다.

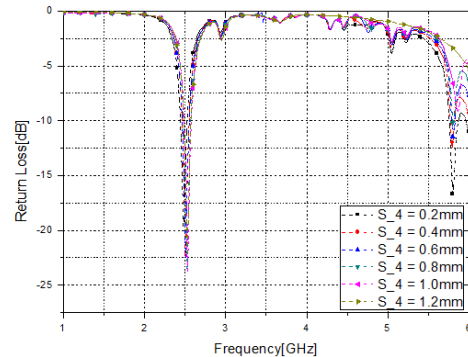


그림 6. 스파이럴 구조 S4 변화의 반사손실  
 Fig. 6. Return loss of spiral structure S4 variation

그림 6은 S4 길이변화의 반사손실 결과를 나타낸 그림이다. 스파이럴 형태의 길이변화 S4의 0.2mm에서 1.2mm까지 변화에 따라 5.8GHz의 공진주파수가 확연히 낮아지는 것을 확인할 수 있었다. 스파이럴 구조를 이용하여 ISM 주파수 대역인 2.4GHz, 5.8GHz 주파수 대역에서 사용할 수 있도록 안테나 설계가 가능 할 것으로 판단된다.

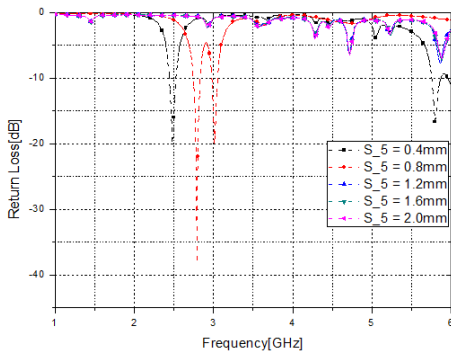


그림 7. 스파이럴 구조 S5 변화의 반사손실  
Fig. 7. Return loss of spiral structure S5 variation

그림7은 스파이럴 구조 S5 길이변화에 따른 반사손실을 나타낸 그림이다. S5의 길이는 길어질수록 2.4GHz 주파수 대역에서 하한 주파수 대역으로 더욱 민감하게 변화됨을 확인 할 수 있었다.

#### IV. 제작 및 측정

그림 8은 제작된 안테나 사진이다. 안테나는 가로 5mm X 세로 6.5mm 크기의 설계하여 제작하였다.

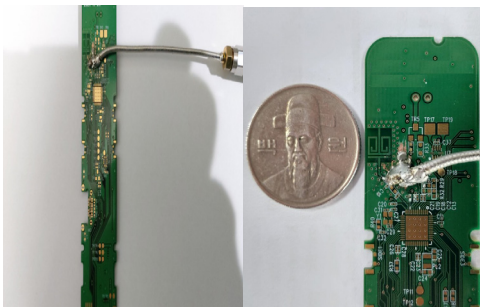


그림 8. 제작된 안테나 사진  
Fig. 8. Photograph of fabricated antenna

그림 9는 측정된 안테나 반사손실을 나타낸 그림이다. Return Loss 측정 장비는 에질런트사의 E5071B Network Analyser를 이용하여 측정하였다. 측정 결과 2.4GHz에서 공진주파수를 확인하였으며 반사손실 -30dB로 나타났다. 또한 5.8GHz에서 공진주파수를 확인하였으며 반사손실 -10dB 이하로 나타났다.

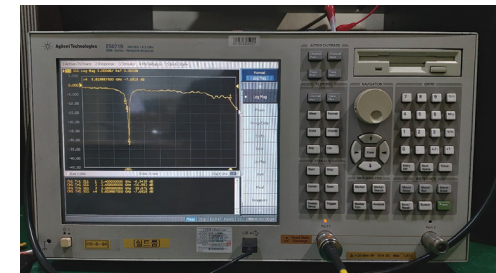
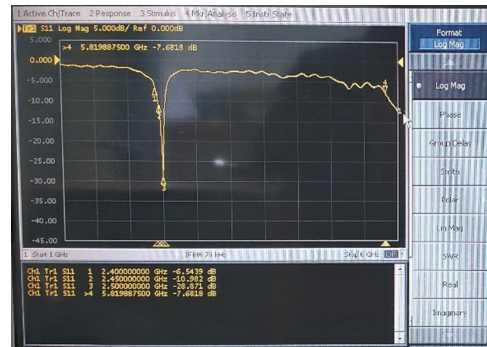


그림 9. 측정된 안테나의 반사손실  
Fig. 9. Return loss of measured antenna

그림 10은 제작된 안테나 복사패턴을 측정된 결과를 나타낸 그림이다. E-plane(x-z)평면에서는 Gain이 -4.45dBi 로 나타났으며, H-plane(x-y)평면에서는 Gain이 -1.05dBi로 나타났다.

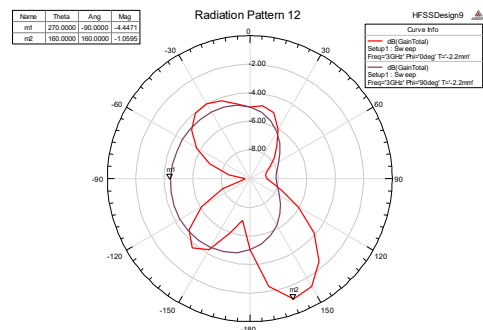


그림 10. 안테나의 복사패턴  
Fig. 10. The radiation patterns of the antenna

그림 11은 안테나의 3D 복사 패턴을 나타낸 그림이다. 2.4GHz, 5.8GHz ISM 대역을 사용할 수 있는 소형 안테나를 제안하고 최적화하여 제작하였다. 제작된 안테나는 스파이럴 기하학적인 구조로 구현하였으며 측정하여 확인할 수 있었다.

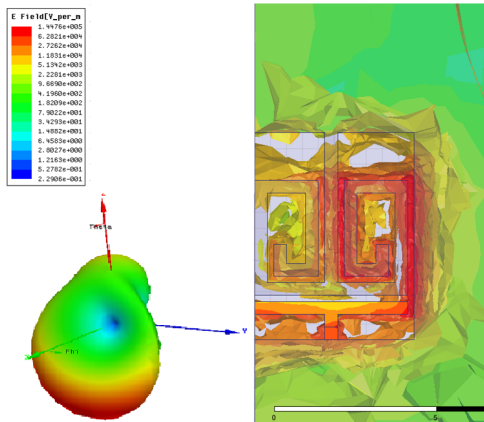


그림 11. 안테나의 3D 복사패턴  
 Fig. 11. The 3D radiation patterns of the antenna

## V. 결 론

본 논문에서는 전자제품의 PCB에서 부품의 간섭 또는 디자인에 방해가 되지 않도록 소형화하기 위해 T자형 OPEN - STUB 급전선을 설계하였으며, 이중대역 특성을 갖는 2차 공진 주파수를 위한 스파이럴 구조를 연구하였다.

이를 위하여 T자형 급전선과 스파이럴 구조를 이용한 소형패치 안테나를 설계하여 ISM 대역 2.4GHz, 5.8GHz 이중대역 안테나를 제안하고 최적 구조를 갖도록 하였다. 안테나는 5mm X 6.5mm 크기로 FR-4 기판에 제작하였으며 안테나의 특성을 확인하기 위해 Network Analyser를 이용하여 그림 9와 같이 측정하였다. 그림 10에서 제작된 안테나의 복사패턴을 측정하여 나타내었으며 성능이 우수한 실험결과를 알 수 있었다.

따라서 여기서 제안한 소형안테나는 IoT 무선통신 시스템과 WLAN 무선통신 시스템 등에 활용할 수 있을 것으로 기대된다.

## References

[1] Dongmin Seo, Mi-Nyeong Hwang, Byungju Lee, and Dongook Seong, "Design of Clean Agricultural Product Distribution Management Tracking Platform based on IoT·blockchain·AI", ICC 2020 Conference, pp. 369-370, 2020.  
 DOI:https://ieeexplore.ieee.org/document/5750779

[2] Joonyoung Lee, ShinHo Kim, SeaBom Lee, HyeonJin Choi, and JaiJin Jung, "A Study on the Necessity and Consyruction Plan of the Internet of Things Platform for Smart Agriculture", Journal of Korea Multimedia Society, Vol. 17, No. 11, pp. 1313-1324, Nov. 2014.  
 DOI:https://doi.org/10.9717/kmms.2014.17.11.1313

[3] Jaeruen Shim, "A Study on the MultipleResonance Characteristics of Crossed PlanarMonopole Antenna by L-Shaped Slit", Journalof the Korea Institute of Information andCommunication Engineering , Vol. 13, No. 1,Jan. 2009.  
 https://doi.org/10.6109/JKIICE.2009.13.1.1

[4] T. I. Choi, J. G. Kim, and J. H. Yoon, "A Design and Implementation of Dual-band Monopole Antenna with DGS," Journal of the KIECS, pp. 841-848, Vol. 11, No. 9, Sep. 2016.

[5] R. Garg, et. al., Microstrip antenna design handbook. Boston, Artech House, 2001.  
 DOI:https://doi.org/10.13067/JKIECS.2016.11.9.841

[6] S. R. Lee, "LPWA 920 MHz Antenna for Subminiature IoT Sensors," in The 12th International Conference on Future Information & Communication Engineering, Sapporo: Japan, pp. 195-197, June, 2019.  
 DOI:https://doi.org/10.12673/jant.2020.24.6.593

[7] Yun-Min Lee and Jae-Choon Lee, "A study on Folded Monopole Antenna for wireless HDMI Dongle Applications," The Journal of The Institute of Institute of Internet, Broadcasting and Communication VOL. 15, No. 4, pp.211-215. Aug. 31, 2015.  
 DOI:10.7236/JIIBC.2015.15.4.211

[8] Jae-Choon Lee, Yun-Min Lee "A Study on Folded Monopole Antenna with Spiral Shape for Wireless DVI Dongle Applications", ISSN 1229-800X The Transactions of the Korean Institute of Electrical Engineers Vol. 65P, No. 1, pp. 72-75, 2016.  
 DOI:https://doi.org/10.5370/KIEEP.2016.65.1.072

## 저 자 소개

### 이 윤 민(정회원)



- 2008년 : 건국대학교 정보통신대학원 전자 및 정보통신 공학과 (공학석사)
- 2014년 : 건국대학교 전자 및 정보통신 공학과 (공학박사)
- 2016년 3월 ~ 2021년 6월 : 경민대학교 정보통신과 조교수
- 2021년 7월 ~ 12월 : (주)오성전자 책임연구원

- 2022년 5월 ~ 현재 : (주)아이씨디 책임연구원
- 관심분야 : RF, 안테나 설계, 마이크로파 회로, 임베디드, IoT, MCU 등

신 진 섭(정회원)



- 1991년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학석사)
- 1997년 : 경희대학교대학원 전자공학과(공학박사)
- 1998년 ~ 현재 : 경민대학교 컴퓨터 정보통신과 부교수
- 관심분야 : 정보통신시스템, 초음파 & 초고주파